

Bildöverföring från obemannad helikopter som beslutsstöd

Denna rapport ingår i Räddningsverkets serie av forsknings- och utvecklingsrapporter.
I serien ingår rapporter skrivna av såväl externa författare som av verkets anställda.
Rapporterna kan vara kunskapssammanställningar, idéskrifter eller av karaktären tillämpad forskning.
Rapporten redovisar inte alltid Räddningsverkets ståndpunkt i innehåll och förslag.

2003 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-7253-186-4

Beställningsnummer P21-420/03
2003 års utgåva

Bildöverföring från obemannad helikopter som beslutsstöd

Tomas Högström, Scandicraft Systems AB, Linköping
Robert Veenhuizen, Scandicraft Systems AB, Linköping
Leif Sandahl, Räddningsverket, Karlstad

Innehållsförteckning

INLEDNING.....	9
1.1 BAKGRUND.....	9
1.2 MÅL.....	9
1.3 METOD.....	9
1.4 OM SCANDICRAFT SYSTEMS AB.....	9
2 UTRUSTNING.....	10
2.1 INLEDNING.....	10
2.2 HELIKOPTER.....	10
2.3 MARKSTATION.....	10
2.4 TEKNIK SOM ANVÄNTS.....	11
2.5 ÖVRIG TEKNIK.....	14
2.6 DIGITAL BILDÖVERFÖRING.....	15
3 LUFTFARTSVERKETS PROVNINGSTILLSTÅND.....	18
4 GENOMFÖRANDE AV FLYGNINGAR.....	19
4.1 REVINDE 2000-05-31 – 2000-06-01.....	19
4.2 SKÖVDE 2000-10-04, ROSERSBERG 2000-10-10 SAMT REVINDE 2000-10-18.....	20
4.3 SKÖVDE 2000-12-05.....	20
5 RESULTAT.....	22
5.1 UPPFÖLJNING AV KRAV SPECIFIKATIONEN MED AVVIKELSEANALYS.....	22
5.2 BILDÖVERFÖRINGSSYSTEM.....	22
5.3 TID OCH PLATS FÖR TESTER.....	22
5.4 FLYGHÖJD OCH AVSTÅND.....	23
5.5 FÖRFLYTTNING AV FARKOST.....	23
5.6 BILDÖVERFÖRING.....	23
5.7 FLYGTID.....	23
5.8 RÄCKVIDDSTEST.....	23
5.9 BEMANNING.....	24
5.10 MILJÖ.....	24
5.11 PLANERING OCH INFORMATION.....	24
5.12 EXTERNA DEMONSTRATIONER.....	24
5.13 KOORDINATER.....	24
5.14 KRAV PÅ TIDSFÖRDRÖJNING I BILDÖVERFÖRINGEN.....	24
5.15 BILDKVALITET.....	25
5.16 UTVÄRDERING AV BILDKVALITET.....	25
5.17 ENKÄT MED RÄDDNINGSLEDARE.....	25
5.18 BULLER.....	27
5.19 RIKTANTENN.....	27
6 SLUTSATSER.....	28
6.1 SLUTSATSER OM DIGITAL VIDEOÖVERFÖRING.....	29
APPENDIX: GRÄNSSNITT HELIKOPTERSTYRNING.....	30
BILAGA: BILDHANTERING OCH KOMMUNIKATION I APPLIKATIONSPROJEKTET ..	31
1. INLEDNING.....	31
2. UTRUSTNING OMBORD HELIKOPTERN.....	31
3. UTRUSTNING VID MARKSTATIONEN.....	35
4. DATALÄNKAR.....	37
6. DIGITAL VIDEOÖVERFÖRING - ALTERNATIVA METODER.....	39
APPENDIX B. ÖVERFÖRINGSHASTIGHETER FÖR OLIKA BUSSAR OCH GRÄNSSNITT.....	40
B1. DATORBUSSAR SOM ÄR AKTUELLA I APPLIKATIONSPROJEKTET.....	40
B2. ANDRA BUSSAR.....	40

APPENDIX C. MARKNADSÖVERSIKT COMPACT PCI-PRODUKTER.....	40
C1. COMPACT PCI - CPUKORT	40
C2. COMPACT PCI – TILLBEHÖR.....	41
APPENDIX D. MARKNADSÖVERSIKT FIREWIREPRODUKTER.....	41
D1. FIREWIREADAPTRAR.....	41
D2. FRISTÅENDE DRIVRUTINSLEVERANTÖRER FÖR FIREWIREADAPTRAR.....	42
APPENDIX G. GNU PHOTO SUPPORTED CAMERAS.....	42
BILAGA: PROJEKTETS KRAVSPECIFIKATION	42
BILAGA: PROJEKTETS KRAVSPECIFIKATION	43
KRAVSPECIFIKATION MED KOMMENTARER.....	43
BILDÖVERFÖRINGSSYSTEM.....	43
TID OCH PLATS FÖR TESTER.....	44
FLYGHÖJD OCH AVSTÅND	44
FÖRFLYTTNING AV FARKOST.....	45
BILDÖVERFÖRING.....	45
FLYGTID.....	45
RÄCKVIDDSTEST	45
BEMANNING.....	45
MILJÖ.....	45
PLANERING OCH INFORMATION	46
EXTERNA DEMONSTRATIONER.....	46
KOORDINATER.....	46
KRAV PÅ TIDSFÖRDRÖJNING I BILDÖVERFÖRINGEN.....	46
BILDKVALITET.....	46
UTVÄRDERING AV BILDKVALITET	46
BULLER.....	47
RIKTANTENN.....	47
BILAGA: UAV-NYTT NR 1/2000.....	48

Figurlista

Fig. 1. Principskiss, datalagring på band.....	13
Fig. 2. Principskiss, rekonstruktion av inspelat data.....	13
Fig. 3. Principskiss Bob II text -på-videogenerator	14
Fig. 4. Exempel på textöverlägg av Bob II.....	14
Fig. 5. Bob-II på moderkort från Milford Instruments.....	14
Fig. 6. Synkroniserad textoverlay på video.....	15
Fig. 7. Mellanlandning Fig. 8. APID över skadeplatsen	19
Fig. 9. Översikt av skadeplats Fig. 10. Översikt av skadeplats	19
Fig. 11. Översikt av skadeplats Fig. 12. Detalj av skadeplats	19
Fig. 13. Översikt av skadeplats 1 Fig. 14. Översikt av skadeplats 1	20
Fig. 15. Detalj fordon skadeplats 1 Fig. 16. Detalj fordon skadeplats 1.....	20
Fig. 17. Översikt av skadeplats 2 Fig. 18. Detalj av skadeplats 2	21
Fig. 19. Gränssnitt.....	21
Fig. 20. Räddningsledning.....	21

Abstract

The possibilities and effects of sending live aerial video surveillance of an emergency site/area from an autonomous helicopter to a mobile ground control center was tested and evaluated by rescue management teams and the autonomous flying platform system crew. The project was carried out on behalf of the Swedish Rescue Services Agency in the year of 2000.

The project had two main objectives. The first was to analyze the usefulness of live aerial video coverage of a emergency/catastrophe fighting operation for all personnel involved. The second objective was to do a quality, reliability, transmitting range, market and cost analyses of various alternatives for aerial video- and transmission equipment.

A low effect 25 mW analogue video link system was used for this project. The range was only 0,5 kilometer just to test and demonstrate the possibilities within the project outlines.

During all the tests two types of gyro stabilized camera platforms were used, both equipped with a video camera (MiniDV (digital video)). Live video from the helicopter above the catastrophe area was successfully down linked and received at the mobile ground control center or the rescue management center building. GPS information was transmitted and displayed in the live video image.

This report present the results of the tests along with some of the experiences, general opinions and various ideas for future applications from the rescue personnel which participated in the project.

Sammanfattning

På uppdrag av Räddningsverket (SRV) har nedanstående projekt genomförts under året 2000.

Huvudsyftet med projektet har varit att utvärdera hur realtidsöverförda flygbilder från en autonom farkost, i detta fall en autonom minihelikopter, presenterade för en ansvarig räddningsledare, kan effektivisera räddningsinsatser vid en skadepplats. Det andra syftet var att utvärdera vilken hårdvara som är lämpligast att använda sig av med hänsyn tagen till kvalitet, driftsäkerhet, räckvidd mm.

Projektet genomfördes i tre moment. I en förstudie analyserades applikationen och behovet med mål att upprätta en kravspecifikation och detaljplan för fälttesterna. Därefter gjordes en applikationsanpassning där farkosten bestyckades och systemet anpassades till de uppgifter som skulle utföras. Den avslutande fasen utgjordes av fälttester där flygning och datainsamling i verklig eller nära verklig miljö genomfördes.

En undersökning genomfördes för att ta reda på vilka system för bildupptagning, nedlänkning av bild etc. som fanns att tillgå på marknaden. Därefter fastställdes en specifikation på vad detta system skulle innehålla. Applikationsanpassningen, som var tänkt att vara en i tiden separat del i projektet, kom att ”rinna över” och pågå även under fälttesterna ända till projektets slut. Proven började med ett bildupptagningsystem som egentligen är framtaget för fullstora helikoptrar. När proven fortskred, övergick man till ett speciellt framtaget system som fungerade helt integrerat med den autonoma farkosten, som vägde mindre och som gav möjlighet att zooma in till full telebild med bibehållen god skärpa och relativ skakfri bild. Styrning av kameran systemet som i början sköttes med vanlig radiostyrning vars räckvidd visade sig vara otillräcklig, sker nu med hjälp av dator, antingen via styrspak och/eller tangentbord, samt datalänk. Detta har medfört en kraftigt förbättrad räckvidd samt bättre kontroll och precision över styrfunktioner med bl.a. möjlighet att spela in t.ex. styrsekvenser till kameragimbalen och upprepa dessa. En medveten begränsning i de praktiska proven var den bildlänk som användes och vars räckvidd var begränsad till ca 500 meter. Detta på grund av att i proven skulle en större räckvidd ej behövas.

Vid den sista demonstrationen kunde rörlig- och stillbild, GPS-information samt kameravinklar levereras till räddningsledning på marken som i övningar använde denna som underlag i sitt arbete.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vid räddningsinsatser är det väsentligt att snabbt få information om skadeläget, omfattningen av olyckan, skadeplatsens utbredning och hur omgivningen ser ut, etc. Räddningsledaren behöver informationen för att kunna fatta beslut vid insatser och för att kunna vidta optimala åtgärder. En möjlighet är att få bildinformation ovanifrån som beslutsstöd. Olika praktiska system finns men är ofta inte anpassade till räddningstjänstens behov. Tekniska framsteg de senaste åren borde göra det möjligt att ev utveckla och kunna använda UAV (obemannade) farkoster för detta.

1.2 Mål

Räddningsverkets mål har i detta projektet varit att tillsammans med flera intressenter medverka i försök och påverka utvecklingen av en farkost som kan flyga autonomt och ge information till personal på marken samt att prova olika utrustningar i praktiska applikationer och hur den överförda bildinformation från luften till mark kan användas av räddningsledaren (räddningsledning).

1.3 Metod

Projektet har skett i samverkan med och utförts av Scandicraft Systems AB på uppdrag av Räddningsverket. Räddningsverket var en av flera deltagare i ett applikationsutvecklingsprojekt med Scandicraft Systems AB som projektledare. Den övergripande avsikten med applikationsprojektet var att under begränsade förhållanden testa ett system från Scandicraft för att skaffa erfarenheter inom metodik för insamling av data, den insamlade informationens kvalitet samt flygtekniska aspekter.

Andra deltagare i applikationsprojektet var:

- Väg och Trafikinstitutet VTI: Trafikbeteendeforskning
- Sydkraft Elnät Syd AB: Kraftlinjeinspektion
- Birka Energi AB: Skadebesiktning av kraftlinjenät
- Saab Barracuda Technologies AB: Inspektion av signaturskydd (maskeringsnät)
- WITAS-projektet på Linköpings Universitet: Forskning kring högre nivåer av intelligens för autonoma system

Dessutom har följande företag deltagit perifert med utrustning och arbetsinsatser:

- Hasselblad, Lennart Johansson. Stillskåmmer/fotogrammetri
- Polytech/FLIR-systems. Torbjörn Segerström. Gyrostabiliserad video/IR
- SAAB. Sune Andersson. Sakkunnig i luftvärdighets- och tillståndsfrågor

Projektet genomfördes i tre delar:

- **Förstudie.** Analys av respektive deltagares applikation och behov med målet att upprätta en kravspecifikation och detaljplan för fälttesterna.
- **Applikationsanpassning.** Bestyckning av farkosten och anpassning av systemet till de olika uppgifter som skulle utföras.
- **Fälttester.** Flygning och datainsamling i respektive deltagares verkliga eller nära verkliga miljö

Dessa tre delar skulle sedan tillsammans med applikatörerna sammanställas till en slutrapport för varje applikationsdeltagare. Samtliga applikationsdeltagare skulle få de övrigas rapporter.

1.4 Om Scandicraft Systems AB

Scandicraft Systems AB är ett ungt spetsteknologiföretag grundat på mångårig forskning vid Universitetet i Linköping och FOA Linköping. Flera medarbetare har akademisk bakgrund och forskarerfarenhet. Scandicraft System utvecklar, tillverkar och marknadsför styrsystem för autonoma farkoster. Styrsystemen är marknadsledande mycket tack vare att produktutveckling spelar en grundläggande roll i företagets långsiktiga strategi. Huvudanledningen till att Scandicraft Systems kunnat bibehålla denna strategi är framförallt användandet av världsledande mjukvaruverktyg för realtidssystem. Företaget har kontor och laboratorier belägna i det expansiva Wahlbeck Science Park, Linköping.

2 Utrustning

2.1 Inledning

Flygexperimenten gjordes med en minihelikopter med typbeteckning APID 3 från Scandicraft Systems, Linköping. Se bilaga UAV-Nytt Nr. 1/2000 som innehåller en bild med specifikationer av systemet.

2.2 Helikopter

Mekanik

- Karossen är byggd i kolfiberarmerad kevlarsandwich som ger maximal styrka till minimal vikt.
- Motorn är en tvåtakts, encylindrig, gokartmotor modifierad för flygbruk. Den ger ca 15hk vid 9500 varv per minut.
- Rotorsystemet är egentillverkat med rotormast av titan och rotorhuvud av höghållfast aluminium. Rotorsystemet är sammankopplat med växellådan, och de är tillsammans vibrationsdämpat upphängda i karossen.
- Konstruktionen innehåller en kombinerad generator och startmotor som dels genererar mer än 300W till nyttolasten ombord, och dels används vid elektrisk start av helikoptern.
- Landningsstället är byggt av aluminiumrör och är vibrationsupphängt i karossen för att förhindra s.k. markresonans vid take-off. Den bildar också en deformationszon som skyddar kundlasten vid ev. hårda landningar.
- Stjärtbommen är gjord i kolfiberkomposit och är vibrationsdämpat upphängd i karossen.
- Under helikoptern finns två lastskenor av typen FlexLink¹ XDBM L×22 för att man enkelt skall kunna hänga på kundlast på upp till 20kg.

Styrsystem

- Styrsystemet är en ruggad industridator i formatet PC/104². Den förprogrammeras antingen med en ruttbeskrivning och/eller kan man via datalänk uppdatera ruttbeskrivningen under flygning. Det finns också några olika varianter av fjärrstyrning. Man kan t.ex. klicka på en digital karta för att ange vart man vill helikoptern skall åka, och man kan även styra helikoptern med joystick vid behov. Joystickstyrningen är designad för att efterlikna traversstyrning, dvs när man släpper spaken skall helikoptern stanna och stå still. Helikoptern kan också radiostyras som en modellhelikopter med radiostyrningssändare av standardtyp.
- Styrsystemet tar in data från ett antal sensorer för att kunna göra helt automatisk start, flygning och landning: Differentiell GPS, tröghetssensorer (gyron + accelerometrar), radarhöjdmätare, lufttryckshöjdmätare, IR-höjdgivare och motorvarvtalsgivare. Data från samtliga sensorer vägs samman med s.k. data-fusionsalgoritmer och Kalmanfilter för att skapa ett robust och feltolerant system som t.ex. klarar att enskilda sensorer slutar fungera.
- GPS-mottagaren matas med korrekationer från en EPOS-mottagare för att ge en positionsnoggrannhet på någon meter när.
- Styrsystemet kraftförsörjs från generatoren, men vid ett eventuellt generatorbortfall finns det ackumulatorer som ger ca. 40 minuters reservkraft.
- Systemet har en räckviddsbegränsare som används av säkerhetsskäl. Det är en magnetventil som håller bränsleflödet öppet endast så länge som radiostyrningsenheten är i aktiv kontakt med helikoptern. På så sätt hindras att styrsystemet flyger iväg helikoptern utom kontroll. Den aktiva principen är hämtad från EU:s maskindirektiv för radiostyrning av traverser.
- Styrsystemet är modulärt i sin uppbyggnad vilket tillåter att det enkelt modifieras efter kunders krav. Man kan t.ex. enkelt integrera nya sensorer eller ordna kommunikation med en kundlast.

2.3 Markstation

Styrning av helikoptern

Styrningen av helikoptern kan göras i fyra olika moder:

¹ <http://www.flexlink.com>

² <http://www.pc104.org/>

Helt autonom.

Helikoptern följer en förprogrammerad bana med brytpunkter specificerade i GPS-koordinater. Man kan välja mellan några olika varianter:

- Longitud [grader], latitud [grader] och höjd över havet [m]
- Longitud [grader], latitud [grader] och höjd över marken [m]
- Relativ nordlig position [m], relativ östlig position [m] och höjd över havet [m]
- Relativ nordlig position [m], relativ östlig position [m] och höjd över marken [m]

De relativa koordinaterna relaterar till helikopterns startposition, dvs helikoptern startar från [0,0,0].

Telekommando.

Brytpunkter uppdateras från marken. En operatör vid markstationen skickar upp brytpunkter till helikoptern som exekverar dem. Typiskt använder man programmet AVC, Apid Visual Control som Scandicraft utvecklat, se bilaga för ett exempel på hur det kan se ut under användning. Detta program visualiserar diverse statusinformation som helikoptern skickar ner såsom position, motorvarv, kvarvarande bränslemängd osv. Programmet visar också en karta i vilken operatören enkelt, genom att klicka med musen, kan planera en färdrutt som sedan skickas upp till helikoptern. Alternativt är det möjligt att låta en omborddator (som kanske bearbetar bilder från en kamera) skicka styrorder för att på så sätt skapa ett helt autonomt sensoråterkopplat system.

Joystickstyrning med stabilisering

En operatör på marken styr med joystick på traversvis., d.v.s. när man släpper spaken skall helikoptern stanna och stå still. Styrsystemet stabiliserar helikoptern.

Manuell radiostyrning

Det finns också möjlighet att fjärrstyra helikoptern med en vanlig modellflyg-radiosändare. Detta används ibland som nödsystem t.ex. vid kritiska tester av styrsystemet. En Graupner mc -24 modellradiostyrning användes för detta.

Styrning av kameran

Kameran styrdes med en standard-modell-radiostyrning av typen Graupner mc -20. De funktioner som kan styras är: panorering, tilt, zoom, fokus, datascreen on/off, autofokus on/off, inspelning på/av, kamera på/av, nollfeljustering av gyron. Den sista parametern behöver inte styras länge när kompass och lodgivare kopplas till kamerastyrsystemet.

Informationspresentation

På den nedlänkade bilden från ombordkameran presenteras systemdata som GPS-position och höjd över marken med videooverlay, se sektion 0.

2.4 Teknik som använts

Datakommunikation med markstation

I standardutförande är farkosten utrustad med en datalänk av typen Sateline från Satel Oy, Finland. Dess data är i korthet:

- 0.5W uteffekt
- Använder 439MHz-bandet.
- 19200 bitar per sekund dataöverföring (halv duplex). Vi använde ett 9600 bit/s-modem då det var det snabbaste varianten vid köptillfället.
- Kostar ca 10.000 SEK per modem.

0.5W ger en räckvidd på några kilometer med rundstrålände sändarantenn och rundmottagande mottagarantenn. För längre räckvidder finns det förstärkarmoduler på upp till 10W uteffekt, och man kan också komplettera med rikt känsliga antenner och/eller antenmast vid markstationen.

Via denna datalänk får man ner diverse systemdata såsom position, motorvarv och systemstatus till markstationen. Det är också via denna datalänk som man skickar kommandon till helikoptern och t.ex. uppdaterar dess ruttdatabas eller kommenderar den till att återvända till basen och landa.

Datakommunikation via denna länk är inte nödvändigt för att systemet skall fungera. Man kan operera helt utan radiokommunikation om behovet skulle uppstå.

Kamerasystem

Två olika kamerasystem har använts, Ultravision och Apid Camera System. Scandicraft har utvecklat elektronik så att både Ultravision och Apid Camera System kan fjärrstyras med en vanlig modell-radiostyrnings-sändare. ACP kan också styras via RS232 datakommunikation, antingen via egen datalänk eller få styrkommandon från helikopterns styrsystem.

Ultravision.

I början av projektet användes ett FLIR Systems Ultravision som FLIR Systems³ / Polytech⁴ lånade ut. Det är en gyrostabiliserad kamera med dubbla två-axliga gimbaler: En yttre motorstyrd pan/tilt-styrning som är gyrostabiliserad. Inuti den yttre gimbalen hänger friktionsfritt⁵ en inre gimbal som tillåter kameran att fritt rotera ett par grader i kamerans pan- och tilt-riktningar. Den inre gimbalen tar bort små/snabba rörelser såsom vibrationer, och den yttre tar hand om större/långsammare helikopterrörelser. Dessutom är hela kamerakulan upphängd i en intrikat vibrationsdämpande anordning. I skrivande stund är det osäkert huruvida produkträttigheterna till Ultravision ägs av FLIR Systems AB eller Polytech AB.

Apid Camera System (ACS)

Då vi ville ha större friheter att välja typ av kamera utvecklade vi under projektets gång en egen kameraplattform. Dess prestanda i korthet:

- Pan/tilt-styrning
- Gyrostabilisering
- Kan fjärrstyras antingen med en vanlig modell-radiostyrnings-sändare eller via RS232 datakommunikation (från omborddatorn).
- Vibrationsupphängd.
- Det går bra att sätta i olika typer av kameror. Vi använde en Sony DCR-PC100E mini-DV-kamera, men har också provat med IR-kameror från Agema/FLIR Systems.
- LANC⁶-styrning är implementerat vilket innebär att vi även kan fjärrstyra kamerans funktioner (zoom, fokus, inspelning på/av osv).

Dess svagheter jämfört med Ultravision är:

- För närvarande okapslad. En enkel kapsling av kameran är under utveckling.
- Enklare mekanik då den bara har en tvåaxlig rörelsefrihet (pan/tilt). Det syns främst i kraftig inzoomning då vibrationer syns mer än för Ultravision. Å andra sidan hade Ultravision problem med svävande vinkelhållning vilket gjorde att det var svårt att hålla målet i bild vid kraftig inzoomning.

ACS styrkor är dock att den är:

- billigare
- flexibel då man enklare kan byta kamera
- har en bättre gyrostabilisering. Vi har t.ex. möjlighet att ta in mätningar från kompass för att helt och hållet eliminera de problem med drivande vinkelfel som åtminstone den Ultravision vi lånade led av. Den led också av lite skalfelsproblem, dvs om helikoptern vred sig 90 grader så kompenserade kanske kamerasystemet bara 89 grader. Detta innebar att kameraoperatören var tvungen att sitta och kompensera för gyrostabiliseringens otillräcklighet⁷.

Videoöverföring

I standardutförande är helikoptern utrustad med en enkel licensfri videolänk av typen "Profilink Mini Ton" från tyska VTQ⁸. Den sänder på 2.4GHz-bandet (fem valbara kanaler) och har uteffekt 25mW eller 80mW vilket räcker några hundra meter. Det är denna typ av sändare som har använts vid flygningarna för räddningsverket. Kostnad: 270 Euro. För längre räckvidder finns det starkare sändare att köpa som kräver licens från Post och Telestyrelsen.

Datalagring på videoband

För att i efterhand kunna analysera videosekvenser är det praktiskt att kunna veta när och var de är tagna. För att lösa detta problem införskaffade vi ett enkelt modem (se bild) som omvandlar 1200 bit/s RS232 seriekommunikation till en ljudsignal och tillbaka. Modemet är en specialbyggd konstruktion av Thord Lundgren, Lund, som VTI använder i en del av sina trafik-loggar.

³ <http://www.flir.com>

⁴ <http://www.polytech.se>

⁵ Egentligen är "upphängd med mycket låg friktion" mer korrekt.

⁶ LANC är ett fjärrstyrningsprotokoll för videokameror och likande som Sony utvecklat. Det finns på majoriteten av videokamerorna på marknaden. Kallas även iLink.

⁷ Det exemplar av Ultravision som vi använde kan betecknas som ett tidigt experimentexemplar. Det är möjligt att senare exemplar uppvisar bättre prestanda.

⁸ <http://www.vtq.de/>

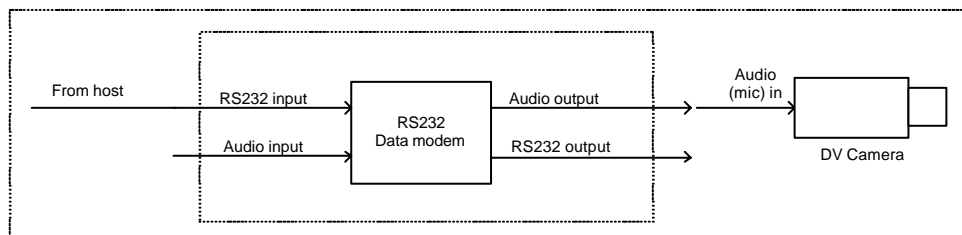


Fig. 1. Principskiss, datalagring på band

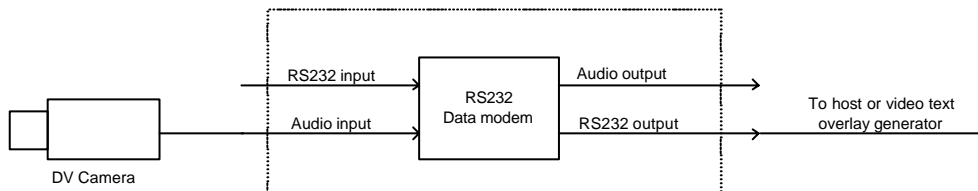


Fig. 2. Principskiss, rekonstruktion av inspelat data

Med hjälp av detta modem kunde vi spela in GPS-position mm på ett av ljudspåren på videobanden. Då modemmet har en i vår mening alltför begränsad datahastighet söker vi efter alternativa lösningar. En lösning som antagligen fungerar är att använda ett vanligt modem i PCMCIA-kort-format. Detta har vi dock inte hunnit undersöka.

Ultravision.

När vi använde Polytechs kamerasystem kunde vi inte spela in data på ombordkameran då deras system saknade ljudingång, så vi lade istället datainformationen på en av ljudkanalerna till den videosignal som länkades ner till markstationen. På marken spelade vi sedan in den nedlänkade signalen komplett med datainformation. I efterhand fick sedan filmen på marken manuellt synkroniseras med filmen från ombordkameran.

Apid Camera System

På vårt egna kamerasystem går det bra att spela in datainformationen direkt på ombordkameran.

Videoöverlägg

För att överlagra information såsom GPS-position och kameravinklar användes en enkel och kompakt text-på-videogenerator av typen Bob-II från amerikanska Decade Engineering⁹ använts. Pris: \$80 från tillverkaren. Vi köpte från Brittiska Milford Instruments¹⁰ tillsammans med ett passande "moderkort" med standard BNC-kontaktidon för videosignaler för £59 + £17.50.

Syfte: Lägga text ovanpå videosignalen.

Exempel på användning: Skriva ut helikopterns position i bild.

Funktion: Läser av tecken från en serieport och "skriver ut" dem i videosignalen, se figur 3-5.

⁹ <http://www.decadenet.com/index.html>

¹⁰ <http://www.milinst.com/index.htm>

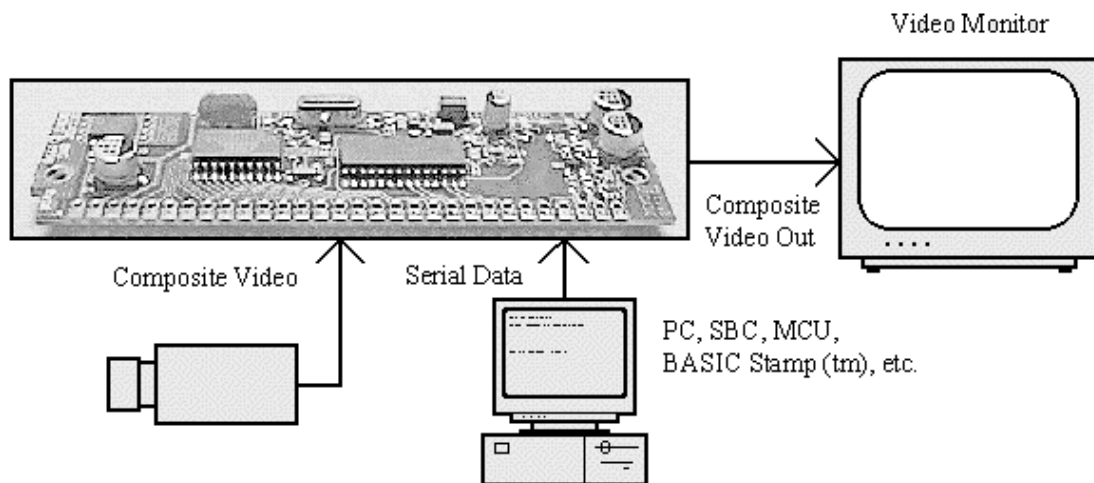


Fig. 3. Principalskiss Bob II text-på-videogenerator.



Fig. 4. Exempel på textöverlägg av Bob II



Fig. 5. Bob-II på moderkort från Milford Instruments.

2.5 Övrig teknik

Noggrann tidskod i bild

Vissa kunder, såsom VTI, behöver en noggrann relativ tidskod i bild för att enkelt kunna mäta tidsförlopp. I bild skall tiden i formen [timma, minut, sekund, bildruta] visas. Bildruta är en räknare som räknar från ett till 25 varje sekund (det är 25 bilder per sekund på standard-videosignal). Denna

skrivning av tidskod kräver att man modifierar videosignalen innan den spelas in, dvs det går inte att köra på den kamera som tar bilderna, utan man måste ha två kameror omdbord, eller en kamera och en videobandspelare. Alternativt kan man spela in en tidskod på ljudkanalen på bandet och senare kopiera filmen till en ny kassett och samtidigt lägga på tidskoden i bild. Vi har skissat på hur konstruktionen av en enkel synkroniserad videotextoverlaygenerator skulle kunna se ut.

Konstruktion: Förslagsvis används en LM 1881 för videosynkextraktion. Sedan kan en PIC mikroprocessor programmeras så att den tar in synkpulsen och genererar en bildsynkad klocka som den skickar ut på en RS232-port. RS232-signalen skickas sedan in i en videotextoverlaygenerator, t.ex. en Bob II. Till mikroprocessorn skickas den tidskod som spelats in på bandets ljudkanal. Det har inte verifierats att exakt synkronisering kan uppnås med denna kombination av egenutvecklad tidskodsgenerator och videooverlaygenerator. Det är möjligt att den kan tappa en och annan bildruta. Troligen blir dock den grova tidsstämplingen (sekunder, minuter, timmar) exakt nog vilket sannolikt är tillräckligt för att mäta tidsförlopp på några sekunder och längre.

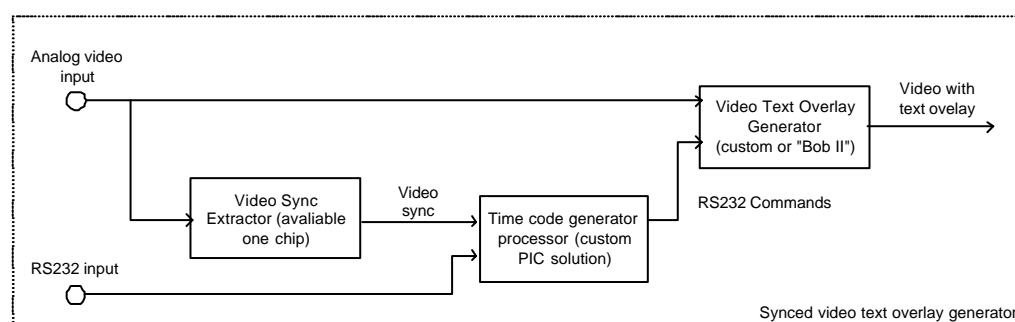


Fig. 6. Synkroniserad textoverlay på video.

Digital videobandspelare

Konsumentprodukter

En ny intressant konsumentprodukt är hårddisk-baserade videobandspelare. De har inbyggd MPEG-kompression och -dekompression och en hårddisk som lagrar inspelningarna istället för band. I skrivande stund har jag hittat två produkter: Philips Personal TV, och Sony Digital Network Recorder¹¹. De har liknande prestanda med upp till 30 timmars inspelning. En viktig egenskap är att de kan spela in och spela upp material samtidigt, dvs om du betraktar en direktsändning (t.ex. från en autonom helikopter) och det händer något intressant så kan du backa tillbaka "bandet" och se på det igen, utan att inspelningen avbryts. Du kan t.ex. gå tillbaka och frysa en stillbild som du skriver ut, och sedan fortsätta se på det direktsända. Det estimerade priset på dessa "bandspelare" beräknas hamna på från \$400 för varianten med minst inspelningskapacitet (prisuppgift tagen från Sonys hemsida).

Professionella produkter

Det finns också digitala "bandspelare" för andra marknader. Främst av intresse är övervakningsprodukter. En snabb sökning på nätet gav följande träffar.

- <http://www.2bsecurity.com/digirec.html> - en digital bandspelare som sparar upp till sexton stillbilder i sekunden. Från upp till sexton kameror. Det verkar dock som om kapaciteten på upp till sexton bilder delas mellan alla kameror.
- <http://www.cctvusa.com/dvr.htm> - \$8000, 16 ingångar.
- http://www.3r.co.kr/3r/english/product/product_cdvr.html - koreanska 3R Inc. har en produkt.

Trevligt med ovanstående produkter är att de har ingångar för multipla kameror. Tyvärr verkar det som om bildhastigheten beror på antal kameror (t.ex. 20 bilder/s för en kamera, 10 bilder/s för två kameror osv).

2.6 Digital bildöverföring

Då digital bildöverföring var av speciellt uttalat intresse för Räddningsverket / Leif Sandahl i detta projekt gjordes det en utredning om det. Dels påbörjades utvecklingen av en egen bild dator som skulle överföra digitala stillbilder och rörlig bild till marken. Vidare provades en kommersiell produkt för bildöverföring, Axis 2401 Videoserver, i lab. Vid experiment på Skövde räddningsskola provades att på marken digitalisera nedlänkad video och skriva ut på papper till räddningsledningen.

¹¹ <http://www.sony.com/dnr>

Utveckling av egen kameraserver

Ett utvecklingsprojekt startades där man med en vanlig ruggad industri-PC utrustad med ett videofångarkort skulle implementera en bild dator som skulle överföra rörliga bilder och stillbilder till marken. Tanken var att utnyttja publikt tillgänglig programkod för att sätta ihop en egen kameraserver med två basfunktioner:

- Skicka stillbilder komprimerade med JPEG.
- Skicka en videoström komprimerad med H263 (en videokomprimeringsalgoritm vanlig i videokonferenssammanhang).

Vidare skulle, om tiden räckte till, digital videoöverföring från kameran med Firewire¹²-kommunikation undersökas. Den hårdvara som användes var följande. Se bild.

- Inova 3U CompactPCI industridator. 350MHz AMD-processor. 64MB RAM, Endast FLASH-disk, ingen hårddisk, diskettenhet.
- Inova Multi-I/O-kort för analog och digital I/O.
- Imagenation PXC200 framegrabber (videodigitaliserarkort).
- Sederta Firewire-kort.

Se rapporten *Bildhantering och kommunikation i applikationsprojektet* som ligger som bilaga. Den gjordes augusti 1999, och vissa tekniska detaljer är därför föråldrade. T.ex. har idag trådlöst Ethernet 11 Mbit/s som standard istället för de 3 Mbit/s som gällde hösten 1999.

Det visade sig att tiden som krävdes för att utveckla mjukvaran, framför allt videokomprimeringen, underskattats. Dessutom upptäcktes att beräkningsprestandan för den valda datorn inte räckte till för att komprimera video med bra kvalitet. Vidare kom Axis med sin videoserver som med sin specialgjorda hårdvara löste uppgiften bättre. Det bedömdes därför inte vara motiverat att fortsätta projektet, så det lades på is.

Slutsats

Slutsatsen som drogs var att videokompression görs bäst med för ändamålet specialdesignade kretsar. Det finns speciella videokomprimeringschip, och det är varken vikt/volym-effektivt eller kostnadseffektivt att försöka implementera dessa funktioner med en vanlig dator plus bilddigitaliseringskort (framegrabber).

Axis 2401 Videoserver

Axis Communications är mest kända för sin webkamera, en kamera med Ethernetinterface som kan kopplas direkt till ett datornätverk. De har också två produkter som heter Axis 2401 videoserver och Axis 2404 videoserver. De har istället för en inbyggd kamera en respektive fyra videoingångar till vilka man kan koppla videosignaler från godtyckliga videokameror. Man skulle t.ex. kunna sätta en Axis videoserver ombord en APID-helikopter och koppla ombordkameran till den. Sedan skulle någon typ av radio-ethernet, t.ex. Breezecom eller Lucent Wavelan, användas för att kommunicera med användarna på marken. Kombinationen Axis Videoserver och Breezecom 3 Mbit/s radioethernet är testat i Scandicrafts lab med goda resultat. Se tabell nedan för Axis egna mätvärden. Dessa mätningar är gjorda med 10 eller 100 Mbit nätverk varför fullt så snabb uppdatering inte kunde fås med det 3Mbit-modem som användes i Scandicrafts tester. Å andra sidan så kommunicerar de trådlösa Ethernetprodukter som säljs idag (december 2000) med 11 Mbit/s.

Bilderna från Axis produkter tittar man på med en vanlig webbrowser som Netscape eller Internet Explorer. Gå in på Axis hemsida (www.axis.com) för att få se livebilder från olika Axis-webkameror i världen.

Upplösning	Bildstorlek (kilobyte)	Max bildhastighet [bilder per sekund]
704x576	8.5-180	8
352x288	1.7-50	25
176x144	0.4-12	25

Tabell 1. Prestanda Axis 2401 videoserver.

Enterprise Control Systems digitala videolänk

Det finns produkter som klarar digital videoöverföring över lite längre avstånd och med god kvalitet utan att väga alltför mycket. Ett exempel på ett lätt system är ett som brittiska Enterprise Control

¹² Firewire är också känt under namnen IEEE1394 och iLink. Det är ett system för snabb datakommunikation som t.ex. digitala videokameror använder för att skicka bilder. I dagsläget är hastigheten 400Mbit/s, men snabbare hastigheter är planerade.

Systems¹³ tagit fram. På sändarsidan är det en videokompressionsenhet, en COFDM-modulator och en 10-Watts-sändare. Vikt 8kg. Kostnad: ~ £38000 vilket motsvarar 532.000 skr. På mottagarsidan en mottagare + demodulator; kostnad £27000, vilket motsvarar 380.000 skr. Denna utrustning klarar att överföra upp till tre samtidiga videokanaler samt lite data typ GPS-position och liknande.

Slutsatser om digital videoöverföring

- För att få bildkvalitet i klass med en hyfsad analog videolänk krävs fortfarande digital utrustning i klassen närmare en miljon kronor med MPEG-kompression i hårdvara och överföringshastigheter på 10-20Mbit/s. I princip den typ av utrustning som kabel-TV-operatörer och liknande kan ha.
- Att få ner bilderna digitalt med trådlösa ethernetprodukter ger en väldigt begränsad räckvidd då de har en sändareffekt på mellan 10 och 100mW - några hundra meter, upp till en kilometer kan man maximalt räkna med. Detta gör att det är av begränsad användbarhet. Det går att komma längre med riktantenner, men då tillkommer svårigheten med att rikta in dessa dynamiskt.
- Om syftet bara är att distribuera bilder över datanät är det sannolikt mest kostnadseffektivt att digitalisera bilderna på marken i stället för ombord helikoptern.
- Videokompression skall göras med för ändamålet designad hårdvara. Att göra det med en vanlig dator är fortfarande omöjligt om kvaliteten skall vara bra.

¹³ <http://ourworld.compuserve.com/homepages/ecsltd/>

3 Luftfartsverkets provningstillstånd

Internationellt finns ännu inga regler för obemannade autonoma flygfarkoster. Det pågår flera projekt för att åstadkomma ett gemensamt regelverk både för operationer med sådana farkoster samt certifiering av dessa. Ett sådant projekt är UCARE (UAVs: Civilian Applications & Required REgulations), ett samarbete vars främsta mål är att utforma ett för Europa gemensamt regelverk för obemannade farkoster som flyger i kontrollerat luftrum. Projektet är nystartat, i stort sett hela Europas flygindustri, militärorganisationer och luftfartsverk deltar i projektet som finansiellt stöds av EU (Europeiska Unionen). Scandicraft, tillverkare och operatör av APID, deltar i detta projekt.

I avvaktan på ett gällande regelverk för operationer med obemannade flygfarkoster har Scandicraft arbetat fram en driftsinstruktion som definierar systemet samt regler för hur operationer med farkosten ska genomföras. Denna dokumentation har av Luftfartsverket använts som underlag till ett godkännande för Scandicraft som operatör att driva verksamhet med obemannad autonom luftfarkost (UAV hkp) för utprovningssändamål. Detta betyder i praktiken att man medger att farkosten får användas geografiskt var som helst, men tills vidare under vissa restriktioner som reglerar säkerhetsområde; tredje man ska aldrig kunna komma innanför säkerhetsområdet eller farkosten ska aldrig kunna komma utanför säkerhetsområdet. Säkerhetsområdet (eller buffertzonen) definieras av området mellan farkostens operationsområde och en sfär med radie 150 meter räknat från operationsområdet. Farkosten får användas kommersiellt om ett delmål med användningen är utprovning.

Nästa steg i utvecklingsgången är att farkosten får användas kommersiellt med Scandicraft som operatör. Även detta steg innebär specialtillstånd för operatör samt farkost i avvaktan på att ett regelverk tas fram.

När regelsystemen för flygande obemannade farkoster trätt i kraft kan tillverkaren, farkosten, operatörer m.fl. certifieras och systemet kan då kommersialiseras fullt ut, d.v.s. tillverkning och försäljning till operatörer. Scandicraft arbetar redan med att uppfylla de krav som kommer att ställas i dessa regelsystem, bl.a. utveckling av redundans, antikollisionsskydd, inbyggda fallskärmar, och alternativa navigationssystem.

4 Genomförande av flygningar

4.1 Revinge 2000-05-31 – 2000-06-01

Testerna genomfördes vid den statiska järnvägsolycka som finns på området i Revinge. Ingen övning med brandpersonal skedde vid järnvägsolyckan. Syftet med dessa flygningar var att, med givna resurser enligt punkt 2.4 ovan, lära sig vilken arbetsteknik som är lämpligast att arbeta med. Den (plattform-) utrustning som användes var FLIR Systems Ultravision gyrostabiliserad kamera, analog videolänk helikopter - markstation samt videomonitor inne i den mobila markstationen. Flyghöjden var i försöken begränsad till 35 meter. Det gick bra att flyga rakt över olyckan samt även från olika vinklar vid sidan om olyckan för att få både en allmän och en mera detaljerad uppfattning om situationen. Deltagare från Räddningsverket fick tillfälle att själva från markstationen styra kameran för att få en uppfattning om och ge synpunkter på val av bild med APID över skadeplatsen.



Fig. 7. Mellanlandning



Fig. 8. APID över skadeplatsen



Fig. 9. Översikt av skadeplats



Fig. 10. Översikt av skadeplats



Fig. 11. Översikt av skadeplats



Fig. 12. Detalj av skadeplats

4.2 Skövde 2000-10-04, Rosersberg 2000-10-10 samt Revinge 2000-10-18

Syftet med dessa tre olika förevisningar och flygningar var att på Räddningsverkets Informationsdagar inför deltagarna från främst kommunal räddningstjänst visa hur APID-systemet kan användas vid insatser på skadeplatser. Helikoptern flög över en grusplan på 50 meters höjd. Vid dessa tillfällen användes en av Scandicraft nyutvecklad kameraplattform som är betydligt bättre anpassad till helikoptern. Plattformssystemet är femtio procent lättare än det tidigare systemet, bilden är helt skakfri, även vid full teleinzoomning, och det går att styra fler kamerafunktioner från marken. Videobild som visade övningsområdet länkades ned till en lektionssal med AV-utrustning. Videobild visades på TV-skärmar samtidigt som GIS-gränssnitt för navigering av helikoptern visades med hjälp av en video/dataprojektor. Positionsdata från helikoptern visades vid behov i videobilden i form av TV-text.

4.3 Skövde 2000-12-05

Demonstrationen samordnades med en ledningsövning på Räddningsskolans område i Skövde som genomfördes med tre olika ledningsgrupper i flera block. Övningarna avsåg räddningsledning vid fartygsbrand samt ammoniakutsläpp från tågsvagn (tank). Videobild från helikoptern länkades ned till ett AV-samordningsrum där även markstationen med styrning/övervakning av helikoptern fanns. Tre ledningsgrupper, i var sin lokal, fick som underlag använda med färglaser utskrivna bilder i sitt arbete. Efter övningen fick deltagarna besvara en enkät¹⁴ avseende hur man uppfattade och vilken nytta man hade av bild från APID över skadeplatsen.

Testerna genomfördes från en grusplan som var centralt belägen i förhållande till de båda skadeplatserna. Skadeplats 1, en fartygsbrand var belägen ca 300 meter från helikopterns startplats och skadeplats 2, ett ammoniakgasutsläpp från en järnvägsvagn var belägen 700 meter från helikopterns startplats. Maximal flyghöjd uppgick till 100 meter. Helikoptern stod under testerna i stort sett stilla på samma position över grusplanen men med varierande flyghöjd för att få olika betraktningvinklar över skadeplatserna.



Fig. 13. Översikt av skadeplats 1



Fig. 14. Översikt av skadeplats 1



Fig. 15. Detalj fordon skadeplats 1



Fig. 16. Detalj fordon skadeplats 1

¹⁴ Se 4.15.2 "Enkät med räddningsledare"



Fig. 17. Översikt av skadeplats 2



Fig. 18. Detalj av skadeplats 2



Fig. 19. Gränssnitt. Copyright Lantmäteriverket. Ur Lantmäteriets -GSD, Dnr 507-99-227



Fig. 20. Bildhantering i räddningslednings stab

5 Resultat

5.1 Uppföljning av kravspecifikationen med avvikelseanalys

I detta kapitel görs en analys av Scandicraft med avseende på alla punkterna i kravspecifikationen

Vad gäller hårdvarukrav (t.ex. digital bildöverföring) uppfylldes inte alla krav.

Endast ett system för att länka ner video provades i fält: Profilink analog videolänk. Digital bildöverföring undersöktes dock, se kapitel 2.6 och rapporten *Bildhantering och kommunikation i applikationsprojektet* i bilaga. (Se även bilaga: *Projektets kravspecifikation*).

Kravspecifikation

5.2 Bildöverföringssystem

Krav

Möjlighet att kunna testa minst två olika system skall finnas avseende bildöverföring. Med olika system avses t. ex. analog videolänk och digitalt system. Testa räckvidd länk (t. ex. flyga på 100 m höjd, länkmottagningen förflyttas i bil från farkosten för att mäta räckvidden). Analog länk kan användas, 5 km räckvidd. Kopiera in GPS-koordinater i bild. Scandicraft har en sändare: Profilink 25mW, 2442.49MHz. Räddningsverket har samma fabrikat fast med högre sändareffekt. Benny Ljus bistår med framforskning och utredning av möjligheter.

Kommentar

Videobildöverföring

Huvudalternativ: Scandicrafts 25mW Profilink analog videolänk med rundstrålande antenner. Räckvidd någon kilometer.

GPS-data i bild: När FLIR Systems plattform Ultravision användes gjordes detta vid markstationen på så sätt att positionsdata som helikopterns styrsystem sändt till marken via en textoverlaymodul lades i den analoga bild som sänds ned till markstationen och visades på videoskärm. Denna bild med inlagrad datatext kunde sedan lagras med vanlig videobandspelare.

När Scandicrafts egen kameraplattform blev färdig blev det dessutom möjligt att i luften osynligt lagra positionsdata på en ljudkanal i kamerans videoinspelningsband. Detta har inte implementerats ännu utan simulerats genom att positionsdata lagrats på markvideobandspelarens ljudkanal.

Digital stillbildsöverföring

Krav

Max ca. 2 min tidsfördröjning mellan fotografering och bildpresentation på marken.

Kommentar

Vid den sista övningen i Skövde ”grabbades” videobilder vid markstationen för att omgående printas ut med färglaserskrivare. Dessa bilder delades ut till räddningsledarna som använde dessa som beslutsunderlag. Tidsfördröjning var maximalt 2 minuter.

5.3 Tid och plats för tester

Krav

Tester med bildöverföringsutrustningen skall ske i anslutning till övningar vid kommunala räddningstjänster eller vid någon av Räddningsverkets skola (övningsfältet).

Alternativa platser

1. Räddningsverkets skola i Revinge i Skåne. Fördel platt topografi. Robert Veenhuizen kollar tillstånd med Sturups flygkontroll.
2. Skövde. Benny Ljus kollar tillstånd för flygning vid försvarsövningar.

Tid

Lämpligast tid är september. Robert Veenhuizen tar fram förslag på tider tider före den 99-05-28.

Kommentar

Testerna har genomförts i anslutning till Räddningsverkets övningar på Räddningsverkets skolor i Rosersberg, Skövde och Revinge. Tidsplanen för testerna försköts framåt i tiden, testerna avslutades under år 2000.

5.4 Flyghöjd och avstånd

Krav

Bildöverföring skall kunna ske från plattform ovanifrån som skall kunna förflytta sig fritt på minst 300 m över marken (praktiskt och tekniskt möjligt, ev. hänsyn till bef. luftfartsreglers begränsning beaktas ej) och inom minst en area av 1 km².

Kommentar

Flygning 300 m över marken och inom en area av km² är praktiskt och tekniskt möjligt. Det nuvarande tillståndet från Luftfartsverket tillåter en maximal flyghöjd 100 meter och obegränsad area förutsatt att säkerhetsområde 150 meter beaktas. I flygproven har maximal tillåten flyghöjd 100 meter uppnåtts. Vid proven för Räddningsverket har det inte varit aktuellt att flytta helikoptern inom större areor. Vid prov för Försvarsmakten har helikoptern förflyttats 1,5 kilometer (färdväg).

5.5 Förflyttning av farkost

Krav

Förflyttningen i punkt 3 skall kunna ske på valfri höjd och i valfri riktning. Såväl i förväg bestämd färdväg som direktstyrd förflyttning skall vara möjlig. Farkosten eller kameran skall kunna roteras runt minst 360°. Objektivet skall kunna riktas såväl horisontellt som vertikalt, och skall kunna använda normaloptik.

Kommentar

Alla kraven har uppfyllts under proven.

5.6 Bildöverföring

Krav

Bildöverföring skall kunna utföras såväl från stillastående plats i luften max +/- 5 m avvikelse inom 1 min som i kontinuerlig fart av max 100 km/h.

Kommentar

Bildöverföring har utförts från stillastående plats i luften max +/- 1 m avvikelse. Bildöverföring från snabbt flygande/förflyttande helikopter har ej utförts vid prov för Räddningsverket. Dock har sådana prov utförts inom applikationsprojektet. (WITAS, bildöverföring under flygning i 30 km/h)

5.7 Flygtid

Krav

Plattformen skall kunna befinna sig i luften minst under 1 timma per starttillfälle.

Kommentar

Kravet har uppfyllts under proven i Skövde där helikoptern som längst var i luften en timme. Därefter gjordes ett kort avbrott genom mellanlandning i ca. fem min för tankning och inspektion.

5.8 Räckviddtest

Krav

Bildöverföringsutrustningen bör ha en minsta räckvidd på ca 5 km. (Avstånd från plattformen till mottagaren, länköverföring bild/data.)

Kommentar

Detta krav uppfyllades och testades ej vid flygproven på grund av resursbegränsningar. Däremot har i den förberedande studien gjorts en utredning på vilken utrustning som krävs. I proven användes Scandicrafts 25mW Profilink analoga videolänk med rundstrålande antenner. Räckvidd någon kilometer.

5.9 Bemanning

Krav

Plattformen bör vid testflygningarna inte erfordra bemanning på mer än 4 personer för flygkontroll och drift av farkost.

Kommentar

Detta är uppfyllt idag. Minimalt två personer kan sköta drift av systemet.

5.10 Miljö

Krav

Farkosten bör testas i miljöer typiska för räddningssituationer som medför exponering i olika grad av vattendimma eller vattenaerosol, rök, i mörker, viss värmestrålning och till viss grad i varma rökgaser ovan mindre bränder.

Kommentar

Inget av detta har testats i proven med Räddningsverket. I andra fält prov har helikoptern flugits i tätt duggregn, lyftkraften blir lägre men lyftkraftmarginal finns. Mörkerflygning ska inte vara problem då helikoptern flyger autonomt, test med IR-kamera för annan applikation har gjorts (Saab – Barracuda). Värmestrålning ska ej vara problem då rotorströmmen kontinuerligt kyler helikoptern med luft uppifrån. Varma rökgaser kan vara ett problem (Helikopterns avgasrör kan antända explosiva/koncentrerade rökgaser).

5.11 Planering och information

Krav

Personal från Räddningsverket skall i skälig tid informeras om planerade försök och medges möjlighet att närvara på platsen och följa testflygningarna.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts.

5.12 Externa demonstrationer

Krav

Möjlighet skall finnas att ev. förevisa farkosten inkl. flyguppsdrag för personal inom Räddningstjänsten eller samverkande organ som t. ex. polis, statlig räddningstjänst.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts.

5.13 Koordinater

Krav

Farkostens position i rikets nät bör kunna utläsas direkt på överförd bild.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts. (Se punkt 5.2 ovan.)

5.14 Krav på tidsfördröjning i bildöverföringen

Krav

Bildöverföring bör helst ske i realtid. System som lagrar bild som sedan kan väljas att hämtas hem till marken med viss fördröjning med en maximal fördröjning på 1 - 2 min kan godtas.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts. (Se punkt 4.2 ovan.)

5.15 Bildkvalitet

Krav

Bildkvalitén bör vara så god att man kan se om det finns vuxna personer i fordon på marken samtidigt som man kan få en överblick och se träd, huskroppar, (typ flerfamiljshus), vägar och diken samt en uppfattning av terrängförhållanden.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts. (Se punkt 4.2 ovan.)

5.16 Utvärdering av bildkvalitet

Krav

Utvärderingen skall beakta i vilken grad detaljer och hela sammanhang kan uppfattas enligt punkt 5.15.

Kommentar

Slutdemonstration genomfördes på räddningsskolan i Skövde den 2000-12-15 där en enkät enligt nedan gjordes.

5.17 Enkät med räddningsledare

En enkät avseende hur man uppfattade och vilken nytta man hade av bilden vid räddningsledning genomfördes med deltagande räddningsledare vid en slutdemonstration den 2000-12-05 på Räddningsskolan i Skövde. Denna redovisas här.

Enkät "Bildöverföring som beslutsstöd via APID självflygande hkp" 2000-12-15 Skövde.

Av 15 deltagande räddningsledare besvarade 15 frågeformulären. (Se bilaga "Frågeformulär enkät".)

Betygen sattes på en skala 1 – 5 där 1 = ej acceptabelt och 5 = utmärkt.

1. Bildens kvalitet för översiktlig information runt omkring olycksplatsen.

1	2	3	4	5
0%	7%	47%	40%	7%

2. Bildens kvalitet för översiktlig information om skadeplatsen (vagnen/bilen).

1	2	3	4	5
0%	13%	67%	20%	0%

3. Bildens kvalitet för information om detaljer vid skadeplatsen (skador på människor, skylttext etc.)

1	2	3	4	5
33%	40%	27%	0%	0%

4. Inom vilka områden i räddningstjänsten kan du tänka dig och ser möjligheter att i framtiden använda ett bildöverföringssystem med flygautomatik? (Typ av olycka.)

Tågolycka	13%
Geografiskt stor skadeplats	40%
Svårtillgänglig skadeplats	7%
Kompl. skadeplats (t.ex. brand i flera bostäder, kvartersbränder)	20%
Kemolyckor	20%
Skogsbrand	73%

Havererat luftfartyg	13%
Risk för personal	7%
Oljeutsläpp	7%
Stor trafikolycka	7%
Översvämning	7%
Jord/snöskred	13%
Större industribränder	7%
Sprängolyckor	7%
Eftersök	7%

5. Vad tycker du borde förändras/anpassas/utvecklas om det skall vara operativt möjligt att använda?

Enklare joystick	7%
Förvaring	7%
Bättre bildkvalitet	20%
Större aktionsradie och räckvidd	13%
Högre höjd (större överblick)	7%
Mera närbild	7%
Kunna få flyga över människor	7%
Mer detaljerad info (gränssnitt?)	7%
Enklare handhavande	13%
Bild i realtid (video)	7%
Ej ifyllt	27%

6. Vill du hellre ha ""pappersbilder"" eller stillbilder att titta på?"

Ja	Nej	Vet ej
27%	33%	40%

7. Hur skulle du vilja styra farkosten? (Själv, av någon annan, enligt förutbestämd slinga, annat sätt.)

Själv	33%
Någon annan	60%
Programmerad slinga	20%
Annat sätt	13%
Ej ifyllt	20%

8. Var tror du att bildöverföring vid räddningsinsatser kan vara användbart?

	Ja	Nej	Vet ej
Direkt på skadeplatsen liten skada?	7%	80%	13%
I anslutning till skadeplatsen vid större skada?	93%	0%	7%
Vid stor geografisk skada?	100%	0%	0%
I staben inne på brandstationen etc.?	87%	7%	7%
SOS-central?	33%	47%	20%
Hos länsstyrelsen?	40%	27%	33%
Hos samverkande parter (polis, sjukvård, m.fl.)?	40%	27%	33%

Vad jobbar du med nu?

(Antal svar)

BF	BM	Insatsledare	Insatsled LFV	Scanraff	Förebyggande	Ej ifyllt
7	1	1	1	1	1	3

Kurs (antal svar)

BM	Ej ifyllt
12	3

9. Övriga synpunkter

Användbar vid regional samverkan.

Tveksamt om liten organisation kan utnyttja effektivt.

Måste vara användarvänlig.

Utveckling av systemet önskvärt p.g.a. stora fördelar.

Utvecklat kommer det att bli ett bra hjälpmedel.

(Elva av 15 deltagare hade ej svarat på denna fråga.)

5.18 Buller

Krav

Farkostens buller bör inte störa omgivningen jämfört med normalt bakgrundsljud. Farkosten bör vid rörelse i luften inom ett avstånd på 50 m medge att normalt samtal kan föras vid marken mellan personer.

Kommentar

Dessa krav har uppfyllts utan att särskilda åtgärder gjorts. (Med "dämpad pipa" går det att få ned ljudnivån ytterligare.)

5.19 Riktantenn

Riktantenn för videomottagning diskuterades på mötet. Vi tror att en automatisk riktantenn på markstationen är den bästa vägen då vi där inte är begränsade av vikt eller volym. Utveckling av en dylik antennplattform skulle kunna ske inom applikationsprojektets ramar. Det finns också färdiga produkter.

Kommentar

Detta krav uppfylldes och testades ej vid flygproven på grund av resursbegränsningar. Däremot har i den förberedande studien gjorts en utredning på vilken utrustning som krävs.

6 Slutsatser

Räddningsverkets mål har i detta projekt varit att medverka i försök och påverka utvecklingen av en autonom flygande farkost som kan sättas in vid räddningsinsatser och där man med hjälp av överblicksbilder ger information om skadeplatsen till personal på marken så att dessa kan fatta snabba beslut. Man ville även prova olika utrustningar i praktiska applikationer och se hur den överförda bildinformationen från luften till mark kan användas av räddningsledningen. **Närmare bestämt ville man utvärdera möjligheten att via överförda bilder i realtid från en autonom farkost presentera information till räddningsledaren och om denna information kan effektivisera räddningsinsatsen.**

Avsikten var att genomföra uppdragen i flera steg, med start på en grundläggande nivå för att sedan successivt stegra komplexiteten fram till det beställda uppdraget. Avsikten var också att genomföra en flygning på varje komplexitetsnivå, innan man gick vidare till nästa nivå. När så de praktiska flygproven satte igång, uppstod flera problem i början. Till exempel vibrerade helikoptern med följd att skakningar uppstod i bild och den använda bildlänken och kamerastyrningen hade för kort räckvidd med följd att det praktiskt var omöjligt att göra prov/utvärdera. Systemet modifierades flera gånger till dess att problemen var åtgärdade eller minimerats till en för applikationsprojektet acceptabel nivå. I slutfasen av projektet användes systemet utan större problem vid ett flertal demonstrationer och övningar. Det nuvarande systemet ska ses som en demonstrator som med enklaste och billigaste medel ska visa möjligheterna med en obemannad autonom flygande farkost.

Fördelen med att använda ett autonomt system jämfört med en bemannad farkost är att man, oberoende av väder, med bil kan köra ut systemet till olycksplatsen där det finns tillgängligt under önskad tid. Systemet är uthålligt, landning måste ske efter två timmar för tankning men efter fem minuter är helikoptern i luften igen. Det är positionsnoggrant och kan användas i dåligt sikt och mörker (infraröd kamera). Allt detta gör att timkostnaden för systemet är förhållandevis låg.

Helikoptern klarar av att vara i luften i maximalt två timmar, begränsningar är vindstyrkan som maximalt ej får överstiga ca. 20 m/sek och området rakt under helikoptern måste vara avlyst/evakuerat. Detta hindrar inte funktionen så mycket eftersom helikoptern i praktiken flyger vid sidan om det som ska inspekteras. Två operatörer sköter hela systemet.

I projektet hade bildlänken och kamerastyrningslänken en begränsad räckvidd, eftersom kostnadsramen var begränsad och att syftet endast var att demonstrera systemets kapacitet. I försöken användes därför enkla och billiga komponenter.

I försöken skedde lagring av bild digitalt ombord och samtidigt länkades videosignalen ned i realtid via en analog länk. Kraven kan vara olika beroende på i vilken situation systemet ska användas. För att få en direkt överblick i stort över en olycksplats kan den analoga realtidsbilden vara tillräcklig. Man kan tydligt urskilja vad som händer och på grundval av detta besluta vilka insatser som kan behöva sättas in. Vid behov kan kameran zooma in detaljer och/eller helikoptern kan förflytta sig närmare det man vill titta på i detalj.

I den enkät som gjordes i anslutning till räddningsövningen i Skövde framkomvar och till vad aktörer inom räddningstjänsten kunde tänka sig och se möjligheter att i framtiden använda ett bildöverföringssystem med flygautomatik.

Systemet kan användas vid

- geografisk stor skadeplats t.ex. skogsbrand
- svårtillgänglig skadeplats (även om farligt att vara på eller nära intill)

Bilddata kan presenteras

- i staben inne på brandstation
- i anslutning till skadeplatsen

Ett färdigt operativt system måste, för att vara användbart, ha större aktionsradie och då särskilt bättre räckvidd på bildlänk och styrning av kameraplattformen. Helst vill man ha realtidsvideo som komplement till pappersutskriften.

Att kunna överföra bilder till en lokal eller central räddningsledning kan vara avgörande för de strategiska beslut som måste beslutas om hur insatsen ska utformas. Räddningsledare eller staben kan behöva och ha nytta av överblicksbilder för att få en uppfattning om terrängbeskaffenhet, olyckans storlek, resurstillgångar och angreppsvägar m.m., på ett effektivt och snabbt sätt utan att själv tas i anspråk eller sin personal för en övergripande orientering och informationsinhämtning av läget och omgivningen.

Tekniken är ej färdig men så pass testad och tillräcklig så att den skulle kunna användas vid exceptionella/extrema tillfällen där området som ska besiktigas är utrymt som vid t.ex. svåra kemolyckor, stora skogsbränder eller översvämningar där man behöver få en uppfattning om skadeläge utan att utsätta personal för onödig fara.

6.1 Slutsatser om digital videoöverföring

I applikationsprojektet ingick en utredning/undersökning över vilka video- och länk(del-)system som fanns kommersiellt tillgängliga på marknaden och som kunde vara användbara med hänsyn tagen till kvalitet, driftsäkerhet, räckvidd mm. En studie gjordes över vad som kunde utvecklas/integreras praktisk inom de tids- och ekonomiska ramar som var givna i projektet men även utanför projektet.

För att få bildkvalitet i klass med en hyfsad analog videolänk krävs fortfarande digital utrustning i klassen närmare en miljon kronor med MPEG-kompression i hårdvara och överföringshastigheter på 10-20Mbit/s. (I princip den typ av utrustning som kabel-TV-operatörer och liknande kan ha.)

Att ta ned bilderna digitalt med trådlösa ethernetprodukter ger en väldigt begränsad räckvidd då dessa endast ger en sändareffekt på mellan 10 och 100mW - några hundra meter, upp till en kilometer räckvidd kan man i bästa fall räkna med. Det går att komma längre med riktantenner, men då tillkommer svårigheten med att rikta in dessa dynamiskt.

Om syftet med digital bild bara är att distribuera bilder över datanät är det sannolikt mest kostnadseffektivt att sända analogt från helikoptern och digitalisera bilderna på marken i stället. Videokompression skall göras med för ändamålet designad hårdvara. Om bildkvaliteten skall vara hög går det inte att komprimera med hjälp av en vanlig PC-dator.

Appendix: Gränssnitt helikopterstyrning

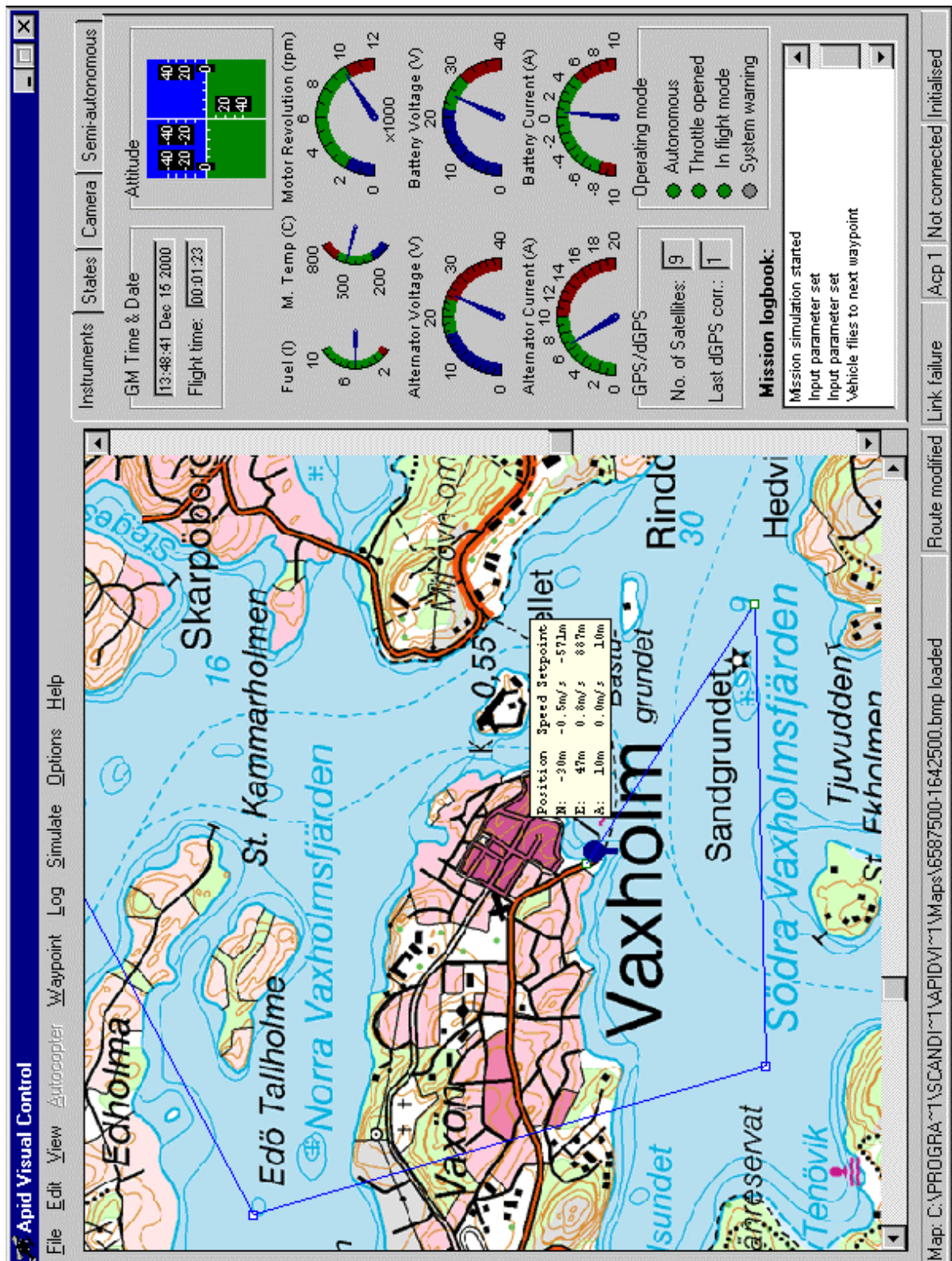


Fig. 1. Användargränssnittet till Acpi Visual Control. Copyright Lanträttsverket. Ur Lanträttsverks-GSD, Dnr 507-99-227

Bilaga: Bildhantering och kommunikation i applikationsprojektet

1. Inledning

Många potentiella kunder till APID vill få ner bildinformation till marken under körning. Behovet kan vara både vanliga bilder och/eller IR-bilder, och det kan röra sig om rörliga bilder och stillbilder.

Denna rapport syftar till att ge en översikt över vilken teknik som idag finns tillgänglig för bildöverföring till markstationen. Detta innefattar marknadsöversikter och beskrivning och motivation av de val vi gjort.

Denna rapport har uppdaterats 2000-12-18. Följande kapitel har tagits bort då de inte bedömts vara intressanta för slutrapporten.

Appendix A. Mjukvaruverktyg

Appendix E. Windows CE 2.11 – supported hardware

Appendix F. QNX Supported Hardware

2. Utrustning ombord helikoptern

De potentiella kunder vi hittills har varit i kontakt med kan delas in i någon av följande behovskategorier:

Digital stillbildskamera i kombination med enkel videokamera.

Stabiliserad videokamera.

Multipelsensorplattform, t.ex. IR och videokamera.

Kategori ett har lägre krav på videobildkvaliteten än kategori två och tre, och kräver inte inspelningsmöjlighet i luften.

Digital stillbildskamera

Kommunikation med kameran

De digitala stillbildskameror som säljs idag kommunicerar med en värddator med antingen serieport (RS232), USB eller Firewire (IEEE 1394), och i undantagsfall SCSI. Vilket kommunikationssnitt kameran använder beror i princip på kamerakvalitet. De billigaste använder RS232, de lite mer professionella och/eller nyare USB, och de dyraste använder Firewire (eller SCSI som dock är på väg att försvinna). Videokameror (s.k. camcorders, som i vissa fall kan leverera både stillbilder och rörliga bilder) finns också med DV-utgång vilket är samma sak som Firewire. iLink och IEEE 1394 är andra benämningar.

Framöver: På sikt ersätter antagligen USB seriell kommunikation helst och hållet, och SCSI ersätts helt av Firewire. Billigare kameror kommer att JPEG-komprimera bilder internt och kommunicera med USB och proffskameror kommer att generera okomprimerade bilder som levereras med Firewire.

Datahastighet.

RS232 går upp till 115kbit/s, USB är max 12Mbit/s och Firewire är idag max 400Mbit/s¹⁵. Låt oss anta en referensbild på fyra miljoner pixlar och 24 bitars färg komprimerad med JPEG till en tiondel av ursprungsstorleken. Denna fil blir 1.2Mbyte stor, och tar då under perfekta förhållanden 1min 45sek, 1 sek resp 0.4 sek (okomprimerad bild, se nedan) att överföra från kameran till värddator med respektive metod. Det är dock inte bara överföringshastighet som skiljer, ju dyrare/finare kameror desto högre upplösning brukar de ha. Exemplet på fyra miljoner pixlar kan vara missvisande då det inte finns några kameror med endast RS232-överföring som har så hög upplösning. De billigare kamerorna ligger i regel på en upplösning på max 1.5 miljoner pixlar.

Bildformat.

Många kameror komprimerar bilderna till JPEG-bilder internt. Det är bra då en JPEG-bild blir av hanterlig storlek jämfört med en okomprimerad bild, ofta en tiondel av ursprungsstorleken utan att man upplever en försämring i bildkvalitet. En del kameror, ofta de dyraste, komprimerar dock inte bilderna av kvalitetsskäl utan levererar okomprimerade bilder. Det passar bra i studios, men inte i vår applikation.

¹⁵ Se appendix B för en mer komplett tabell över överföringshastigheter över olika bussar och gränssnitt.

Lagring av bilder på omborddator

Även när det gäller lagring av bilder ombord kan storleken på okomprimerade bilder begränsa. För robust datalagring i omborddator används lämpligen s.k. flash-minnen, elektroniska minnen utan rörliga delar. Dessa finns i storlekar upp till ett par hundra megabyte. Med en bildstorlek på 18 megabyte per bild ryms det sålunda bara drygt tio bilder på en 200 megabyte flashdisk jämfört med det tiofubbla för 10:1-komprimerade bilder.

Nedsändning av bild över datalänk

Okomprimerade bilder ger en optimal bildkvalitet men är inte lämpligt i de fall vi vill skicka ner stillbilden till markstationen över en datalänk då detta kan ta för lång tid. Exempel: Breezecom trådlös ethernetlänk. Överför som bäst 3 megabit per sekund vilket motsvarar ungefär 0.3 megabyte eller 300 kilobyte per sekund.

Bilder: 2000*3000 pixlar, 24bit färg → 18 megabyte filstorlek. (Detta är förstås ovanligt högupplösta bilder)

Tidsåtgång, optimala dataöverföringsförhållanden: En minut för okomprimerade bilder, sex sekunder för 10:1-komprimerade bilder.

Anm: För att minska ner på överföringstiderna kan man kompromissa med både kompressionsgrad och bildupplösning. En 640*480 punkters bild tar t.ex. 3 respektive 0.3 sekunder med samma övriga parametrar.

Nedlänkning av sökarbild

För att manuellt kunna rikta in stillbildskameran krävs att man kan se vad kameran är riktad emot. Det krävs alltså en (enkel) videokamera som antingen är riktad parallellt med stillbildskameran eller till och med är integrerad i stillbildskamerans sökaroptik. Denna sökarbild överförs lämpligen med analog videolänk till marken. Analog video är billigare, har bättre bildkvalitet och kräver mycket mindre utvecklingsarbete än en digital variant.

Scandicraft föreslår därför att sökarbild för stillbildskameror i projektet överförs med vanlig analog videolänk. Det finns dock parter, främst Räddningsverket, som är intresserade specifikt av prestanda för digitala videoöverföringssystem, och detta kommer därför studeras som ett sidoprojekt.

Videokamera¹⁶

En videokamera används när man vill registrera rörliga bilder. Dessa kan spelas in ombord på helikoptern och/eller sändas ner till markstationen.

Analog video

Numera finns det både analoga och digitala sätt att överföra videoinformation på. Den analoga är oftast s.k. "composite video", en signal med bandbredd 6MHz. Svartvit videosignal har ca 2MHz bandbredd.

Digital video

Digital videoutrustning blir alltmer vanligt även i konsumentprodukter, och här är s.k. Firewire en vanlig standard. Firewire är även känt under namnen IEEE 1394 och iLink. Det finns också vissa billiga kameror som använder USB. USB har betydligt lägre bandbredd, max 12Mbit/s jämfört med Firewires 400Mbit/s, och USB är inte heller designat för att tillförlitligt kunna överföra en kontinuerlig dataström med hög hastighet. Det är därför främst enkla kameror för t.ex. videokonferens som har USB.

Scandicraft väljer att i applikationsprojektet koncentrera sig på Firewire då detta erbjuder högre kvalitet på kameror och bildinformation. USB-kameror kan dock vara intressant främst som komplement till en stillbildskamera då sökarbilden som används för att rikta in stillbildskameran mycket väl skulle kunna genereras av en enkel USB-kamera.

Bildkvalitet

Vid källan är bildkvaliteten på både composite video och digitalvideo någorlunda jämförbart. Den stora skillnaden kommer vid inspelning då den digitala signalen spelas in utan att försämrans medan en (icke proffsstandard) videobandspelare försämrar bilden avsevärt. Jfr. dina gamla videoband med vad SVT sänder ut t.ex. En annan viktig skillnad är att digitalvideo är mer lämpat att extrahera stillbilder ifrån, och betydligt enklare att redigera och på annat sätt hantera med dator.

Bildkompression

För att minska bandbredden på videodataströmmen används lämpligen bildkompressionalgoritmer i kombination med att minska bildens storlek (tex 100*100 bildelement istället för 500*500). Algoritmer

¹⁶ Med benämningen videokamera menas översättningen av det engelska "video camera", d.v.s en kamera som tar rörliga bilder och genererar s.k. videosignal. Det behöver alltså t.ex. inte nödvändigtvis finnas någon inspelningsmöjlighet på denna kamera för att få kalla den "video camera".

som kan vara aktuella i projektet är standardalgoritmer som H263. Exakt vad valet blir beror på för vilken metod vi hittar mest färdiga lösningar i form av källkod.

Nedlänkning

Analog video länkas ner med en analog videolänk. Detta är relativt enkelt och rättfram, analog video in på ombordlänken, och analog video ut från mottagaren på marken. Det finns videosändare från ca SEK 10'. För digital video finns det inte lika enkla lösningar. Vill man få ner digital video till markstationen krävs en omborddator som översätter och komprimerar digitalvideosignalen och sedan skickar ner den över en datalänk. Översättningen krävs då Firewire-utgången från en kamera inte går att koppla till en datalänk – det är helt olika format och protokoll. Kompression krävs då existerande datalänkar bara klarar max 3Mbit/s medan digitalvideo använder upp till 200Mbit/s. Det finns också alternativa produkter, specialbyggda bildkodare som skulle kunna användas, se kapitel 6. Digital videoöverföring – alternativa metoder.

Omborddator för bildhantering, kameradator

Denna dator är en länk mellan kameran och datalänken. Den styr kameran; tar bilder och laddar in dem i sitt minne. Sedan skickar den ner bilden till markstationen via datalänken. I de fall digitalkameran levererar en okomprimerad bild är det lämpligt att först komprimera (t.ex. JPEG) bilden innan den skickas ner, och det är då denna dators uppgift.

Prestandakrav.

Om datorn hanterar färdigkomprimerade bilder är inte kraven på processorkraft så stor. En 486:a bör räcka till gott och väl. I fallet då datorn skall JPEG-komprimera kan en mer kraftfull processor vara nödvändigt, speciellt om det är stora bilder som skall hanteras. Minst 200MHz rekommenderas för detta.

Trådlös datalänk

Antingen trådlöst ethernet eller trådlöst RS232-modem. Se kapitel om datalänkar nedan.

Hårdvara för kameradator

Val av processor

Scandicraft väljer x86 processorprodukter, ”standard pc”, därför att:

De har en bra prisbild.

Det finns gott om hårdvara och mjukvara som stöder det.

Vi redan använder det i andra produkter.

Val av kortformat

PCI-buss krävs för Firewirekommunikation. För PCI finns det de mekaniska formaten ”vanlig” PCI, PC/104-plus och (helhöjds och halvhöjds, s.k. 6U och 3U) Compact PCI att välja på. Standard PCI är inte robust nog. För PC/104-plus, som annars är det till storleken minsta formatet, finns det än så länge inte Firewireadapterar eller datorkort med Firewire ombord.

Scandicraft väljer därför halvhöjds CompactPCI som kortformat.

Val av fabrikat – CompactPCI CPU

Scandicraft väljer ett CPU-kort från Inova då de har bra pris/prestanda och dessutom nästan ensam om att Firewire ombord på CPU-kortet. Även om inte Firewireporten på CPU-kortet kan användas så kvarstår Inovas goda pris/prestanda-förhållande. Se appendix C för marknadsöversikt.

Val av kortlåda

Om det går att hitta ett CPU-kort som innehåller allt vi behöver inklusive Firewire och Ethernet så kan datorlåda och bakplan rationaliseras bort för att tjäna vikt och utrymme. Annars föreslås Inovas produkter för låda, bakplan och eventuellt kraftaggregat.

Val av utrustning

Scandicraft väljer att i applikationsprojektet ta fram en kameradator med följande specifikationer (see Appendix A-F för informationsunderlag):

Byggt runt ett CompactPCI datorkort från Inova.

Firewireadapter från Sederta. Om möjligt skall detta kort rationaliseras bort genom att Inovas korts ombord-firewireadapter används istället med Sedertas drivrutiner.

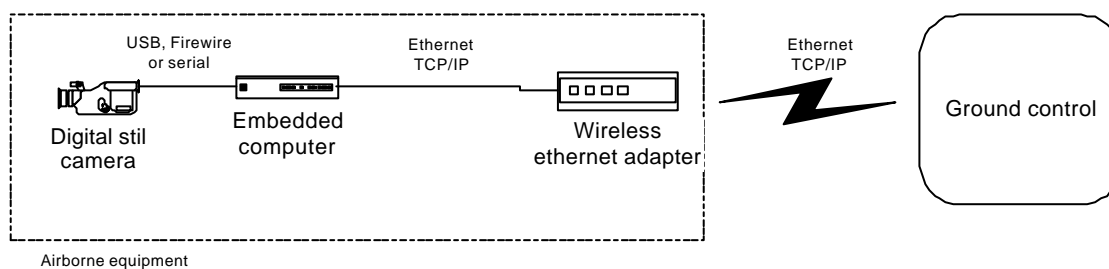
Kan kommunicera med markstation med både trådlös RS232 och trådlös ethernet.

Operativsystem QNX.

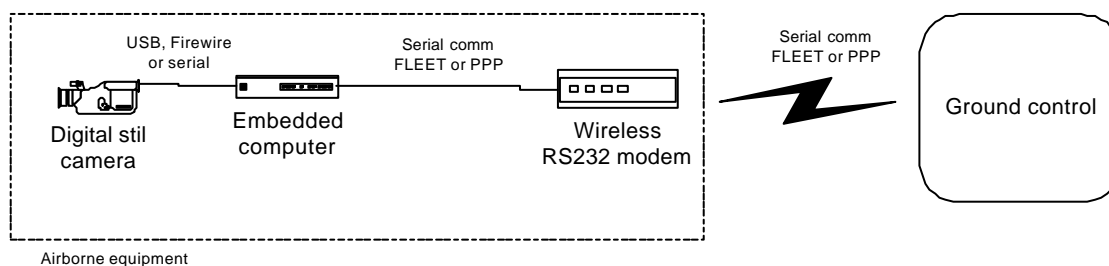
Framtida stöd för även RS232-kommunicerande kameror, och ev. även USB-kameror.

Skall använda standardiserade öppna kommunikationsprotokoll närhelst det är möjligt. T.ex. skall man kunna använda en vanlig omodifierad webbrowser på markstationen för att kunna ta ner bilder, och kanske även videoinformation.

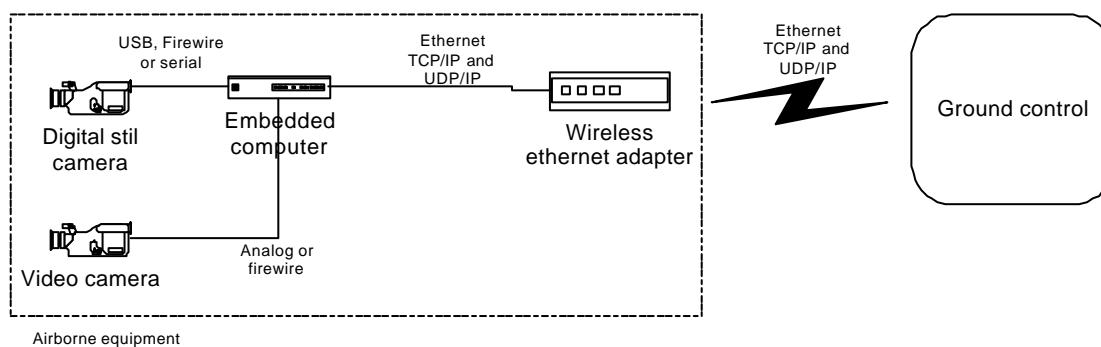
På helikoptern kommer (dock inte samtidigt) användas:
 Hasselbladkamera med PhaseOne Lightphase digitalt bakstycke (2000*3000 bildelement, Firewire-kommunikation),
 Enkel pilotkamera från VSLI Technology.
 Analog videolänk Profilink DX.
 Gyrostabiliserad kameragimbal från FLIR systems innehållande Sony digital videokamera med inspelningsmöjlighet
 Gyrostabiliserad kameragimbal från FLIR systems innehållande videokamera utan inspelningsmöjlighet och IR-kamera med inspelningsmöjlighet.
 Någon form av trådlös datalänk, RS232 och/eller Ethernet.



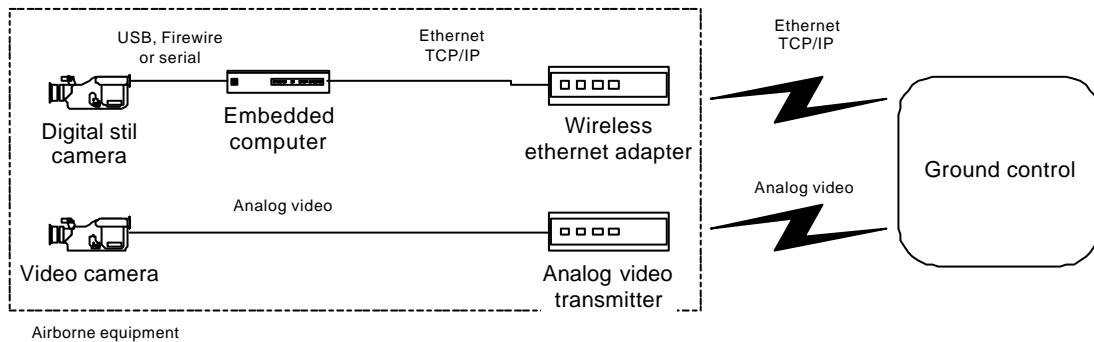
Figur 1. Konfigurering av luftburet system med digital stillbildskamera och ethernet nedlänk.



Figur 2. Konfigurering av luftburet system med digital stillbildskamera och RS232 nedlänk



Figur 3. Konfigurering av luftburet system med digital stillbildskamera och videokamera; ethernet nedlänk för både digitaliserad video och digitala stillbilder.



Figur 4. Konfigurering av luftburet system med digital stillbildskamera och analog videokamera; ethernet nedlänk för digitala stillbilder och analog nedlänk för video.

3. Utrustning vid markstationen

Markstationen kan konfigureras på olika sätt, se figur 5-7.

Visualiserings- och kamerastyrningsdator

Denna dator styr kameran. Operatören kan på en monitor eller på sin dataskärm se en live-kamerabild som visar hur kameravyn ser ut. Operatören kan när som helst skicka kommandot att ta en bild. Kommandot länkas upp till omb orddator på helikoptern som tar en bild och sedan skickar ner den. Denna dator kan sättas i nätverk med flera datorer och agerar då server som lagrar och distribuerar de bilder som länkats ner.

Visualiseringsdator

Denna dator används till att endast betrakta bilder som helikoptern skickat ner. Den sitter i nätverk med Visualiserings- och kamerastyrningsdatorn.

Trådlös data­länk

Antingen trådlöst ethernet eller trådlöst RS232-modem. Se nedan.

Val av utrustning

Vid markstationen kommer följande utrustning för bildhantering finnas tillgängligt under applikationsprojektet:

Styrpulpet för att kunna styra kameragimbal.

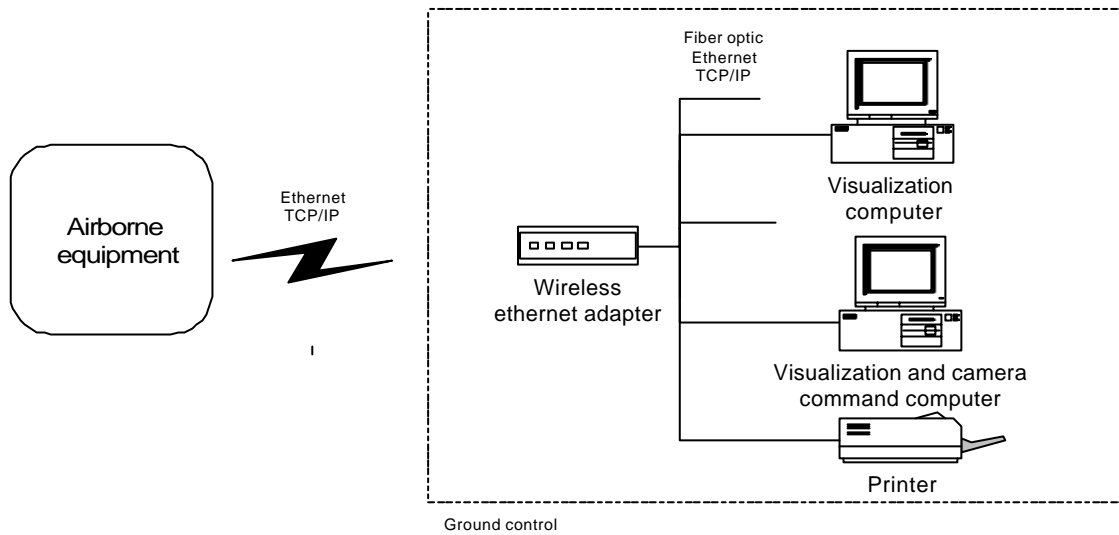
Monitor som visar (analogt) nedlänkad kamerabild.

Kommunikationsdator som står i kontakt med kameradatorn ombord helikoptern. Operativsystem NT eller QNX.

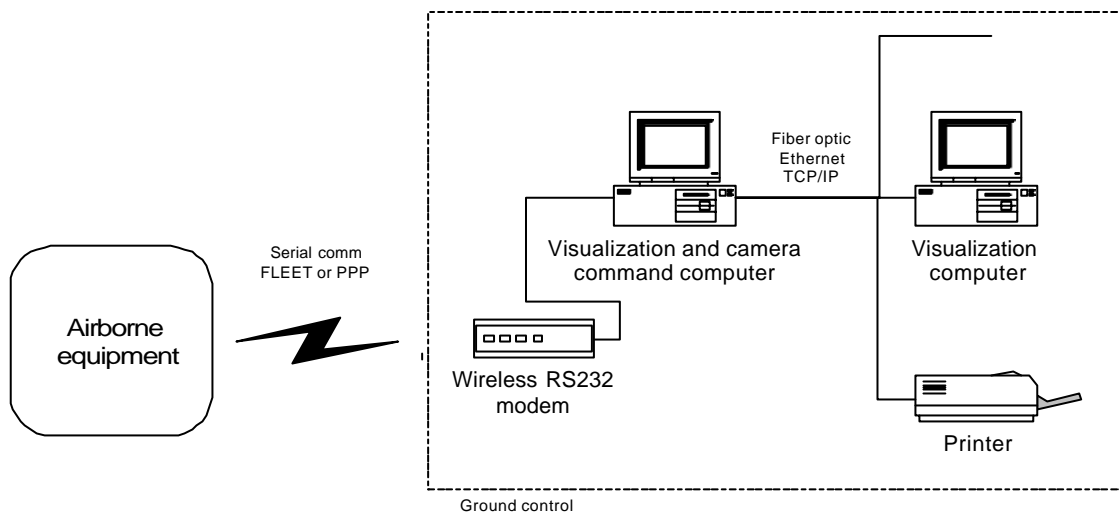
Dessutom finns det möjlighet att ansluta (tillhandahålles ej av Scandicraft) dator för att kunna inhämta bilder från kommunikationsdatorn

Skrivare

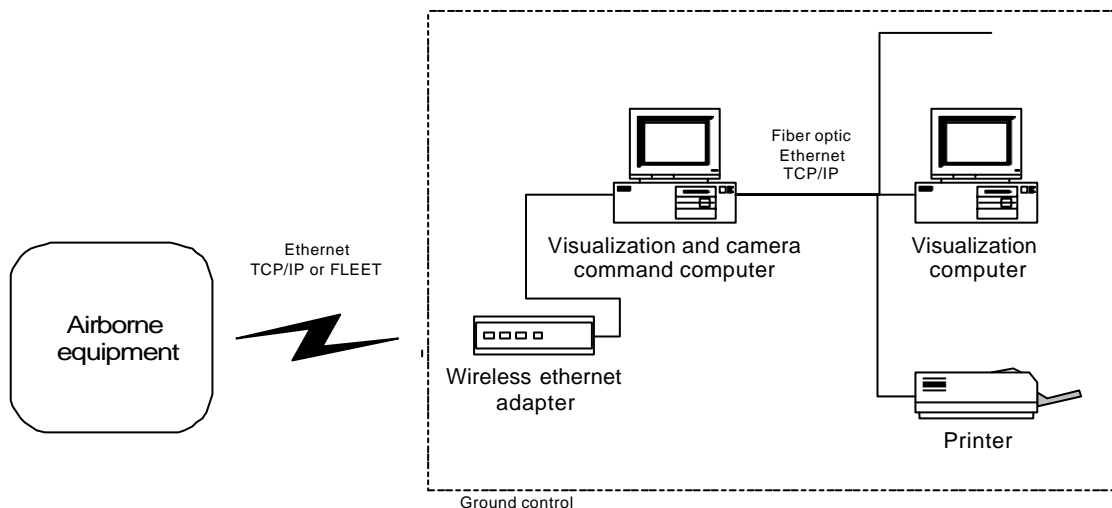
Utrustningen ovan ansluts till kommunikationsdatorn med fiberoptiskt 10Mbit/s ethernet, och nätverket kommer preliminärt konfigureras enligt Figur 7.



Figur 5. Konfigurering av markstationsnätverk med trådlöst ethernet som nedlänk utan kommunikationsserver.



Figur 6. Konfigurering av markstationsnätverk med RS232 nedlänk och med kommunikationsserver.



Figur 7. Konfigurering av markstationsnätverk med trådlös ethernet-nedlänk och kommunikationsserver

4. Datalänkar

De datalänkar vi har tittat på kan kategoriseras i ethernet- och RS232-länkar.

Trådlös ethernetadapter

Denna burk skapar en trådlös brygga mellan två datornätverk. Nedan prestanda för Breezecom Pro 11. Det finns andra trådlösa ethernetprodukter, men de flesta är inte operativsystem-oberoende vilket i praktiken oftast betyder att de endast går att använda under Windows.

Fördelar:

Snabb – upp till 3Mbit/s

Integreras lätt i datornätverk

Nackdelar:

Kräver luftburen dator med ethernetinterface.

Kostnad, runt 25' för sändare plus mottagare -.

Breezecom Pro 11

Datahastighet: Upp till 3Mbit/s.

Operativsystem: OS- och protokolloberoende.

Räckvidd: Några kilometer under gynnsamma förhållanden (10-100mW sändareffekt, hoppande frekvenser, 2.4Ghz-bandet).

Interface: Standard 10baseT Ethernet.

Pris: Ca SEK 25000 för en basstation och en klient.

Anmärkning Trevlig då den går att använda med alla operativsystem och protokoll.

Trådlös RS232-länk

Det finns flera varianter av trådlösa RS232-länkar (RS232 är "vanlig" seriekommunikation, dvs den standard som serieporten på en vanlig dator har).

Fördelar:

Enkel teknik, minimal programutveckling.

Lång räckvidd är möjligt med sändareffekter på upp till tio Watt.

Nackdelar:

Kräver eventuellt luftburen dator.

Långsam, max 19200 bit/s, begränsar bildkvaliteten

Pris: ca SEK 12' per modem (24' per modempär)

Elektrobit Sequence

Datahastighet: 115 kbit/s.

Operativsystem: OS- och protokolloberoende.
Räckvidd: Några kilometer under gynnsamma förhållanden (63mW sändeffekt, hoppande frekvens, 2.4Ghz-bandet).
Interface: RS232 serieport.
Pris: Ca SEK 25000 per par
Anmärkning: Lider av kort räckvidd men har hög datahastighet för att vara RS232.

Satellite

Datahastighet: 19.2 kbit/s.
Operativsystem: OS- och protokolloberoende
Pris: Ca SEK 25000 per par
Räckvidd: Flera mil under gynnsamma förhållanden (upp till 1W sändeffekt, det finns kompletterande 10W-boosters, 400MHz-bandet).
Interface: RS232 serieport.
Anmärkning: Lång räckvidd men begränsad datahastighet.

Multipla Satellite-modem

Vi använder redan idag ett Satellite-modem för att skicka styrkommandon till helikoptern. Att använda flera Satellinmodem samtidigt kan skapa interferensproblem. För att minimera dessa problem bör man i så fall skaffa modem på frekvenser som är så långt isär som möjligt. De licensfria modemerna ligger mellan 430 och 440MHz, men Satel kan leverera med frekvens mellan 400 och 480. Sålunda bör man skaffa en licens på t.ex. 480MHz för det ena modemmet om man vill använda två parallella kanaler. Ett annat sätt att minska störningar är att montera ena modemparet med horisontella antenner och det andra med vertikala.

För att ansöka om frekvenstillstånd för frekvenser utanför 430-440MHz och på högre effekter än 1W kontaktas lämpligen avd. Telemetriradio på Post och Telestyrelsen.

Modem över videolänkens ljudkanal

Tanken här är att använda den befintliga ljudkanal som vår analoga videolänk har. Med hjälp av vanliga modem i båda ändarna kan man överföra data och/eller bilder över denna. Kostnad från ca 2000kr för två modem. Detta är bara en idé, vi har idag inte implementerat något dyligt, och har för närvarande inga planer på att göra det heller.

Fördelar:

Resurssnålt, utnyttjar befintlig länk.

Nackdelar

Erbjuder relativt låg datahastighet, kanske 33kbit/s?
Enkelriktad, kräver betydligt mer av kommunikationsprotokollet alternativt kräver en speciell ljudupplänk för att realisera dubbelriktad kommunikation.

Mobiltelefonmodem

Det är möjligt att använda en mobiltelefon med modemtillbehör som kommunikationslänk. Tekniska prestanda gör den kanhända inte så intressant för bildöverföring, men som reserv/nöd-länk för styrning och kommando är den klart intressant. Viss reservation för att det kanske inte är tillåtet av mobiltelefonileverantörerna att använda mobiltelefoner i flygande system.

Fördelar:

Obegränsad räckvidd

Nackdelar:

Mycket begränsad bandbredd; som bäst 9600 bit/s. I fallet rörliga bilder betyder detta mycket begränsad, på gränsen till oanvändbar, bildkvalitet. I fallet stillbilder betyder det långa överföringstider. Löpande kostnader. Mobiltelefoni är inte gratis.
Varierad tillgänglighet beroende på var man är i riket.

5. Digital videoöverföring - alternativa metoder

Förutom Firewire, omborddator och datalänk-kombinationen som är beskriven ovan finns det även andra vägar. Mest av intresse är nog FOA:s experimentsystem som vi hoppas att kunna få testa en del i projektet.

FOA:s experimentsystem

FOA Linköping, avdelningen för Telekrigsystem håller på att utvecklar ett system för digital videoöverföring. Det går inte att köpa idag, men liknande produkter kan tänkas komma framöver. Det kan vara intressant att testa detta system för att få en försmak av framtida produkter. FOA:s burk använder standardalgoritmer för videokonferenssystem, s.k. H263, och arbetar med datahastigheter på upp till drygt 100kbit/s. På sikt de skall använda helt och hållet egenutvecklad hårdvara vad gäller länken, men till och börja med kommer de använda en Elektrobit Sequence modemuppsättning. Bildkodaren är en inbyggd PC. På sikt är det färgkodning av videosignalen som gäller, men till och börja med kommer det vara svart/vitt.

Kostnader, inköp: 0 (vi lånar)

Tid för mjukvaruutveckling: 0 (?)

Jag har satt frågetecken på tid för mjukvaruutvecklingen då det kan hända att vi måste hjälpa dem att slutföra mjukvaruutvecklingen och att integrera alltihop i ett system.

Överföring över GSM (även ISDN, telelinje och tvåvägsradio)

Det finns flera produkter som erbjuder en totallösning för överföring av rörliga bilder. Dessa system består av en burk som digitaliserar videosignalen och sedan sänder iväg den över något media. Systemen är alla tänkta för övervakning vilket gör att de inte är viktoptimerade, och i en del fall inte särskilt ruggade. I fallen RSTV och Micro Video gör begränsningen till att sända över telefonlinje att bildkvaliteten blir mycket begränsad.

Fördelar:

I princip obegränsad räckvidd (använder telefon som länk)

Behöver ingen omborddator

Kräver ingen mjukvaruutveckling av oss för att få igång.

Nackdelar:

Låg datahastighet, max 9600bit/s över GSM, begränsar bildkvaliteten.

Fungerar endast med videosignal, dvs inte med stillbildskameror eller annan datainformation.

Inte gjord för inbyggda system, ofta inte ruggade, tunga.

RSTV Recam

Media: GSM, telefonlinje, ISDN,
tvåvägsradio
Storlek och vikt: 27 x 18 x 7 cm, vikt 2.2kg
Kostnad, inköp: £1615 ~ SEK 18' (inkl presentationsprogram)
Övrigt: Inte ruggad, påminner om en videobandspelare.
Webadress: http://www.rstv.co.uk/rstv_tran.htm

Psi Video system RS-1000

Media: GSM, telefonlinje, ISDN,
tvåvägsradio, datornätverk
Storlek och vikt: 17 x 16 x 39 cm, vikt 5.8kg
Kostnad, inköp: ?? (inkl presentationsprogram)
Övrigt: Ganska ruggad men tung.
Webadress: <http://www.psivideo.com/>

Micro Video Products MV324-AE

Media: Telefonlinje (dubbelriktad radio?)
Storlek och vikt: ??
Kostnad, inköp: \$549 ~ SEK 4600 (inkl presentationsprogram?)
Övrigt: Inte ruggad.
Webadress: <http://www.interlog.com/~microvid/324ae.htm>

Appendix B. Överföringshastigheter för olika bussar och gränssnitt

B1. Datorbussar som är aktuella i applikationsprojektet

Serial port	115kbits/s (0.115Mbits/s, 0.0115Mbyte/s)
USB	12Mbits/s (1.5Mbyte/s)
SCSI-2 (Fast SCSI, Fast Narrow SCSI)	10Mbyte/s
Firewire (IEEE-1394)	100-400Mbits/s (12.5--50Mbyte/s)
Trådlöst ethernet	1-3Mbit/s (0.1-0.3Mbyte/s)

B2. Andra bussar

standard parallel port	115kbyte/s (0.115Mbyte/s)
ECP/EPP parallel port	3Mbyte/s
IDE	3.3-16.7Mbyte/s
SCSI-1	5Mbyte/s
SCSI-2 (Fast SCSI, Fast Narrow SCSI)	10Mbyte/s
Fast Wide SCSI (Wide SCSI)	20Mbyte/s
Ultra SCSI (SCSI-3, Fast-20, Ultra Narrow)	20Mbyte/s
UltraIDE	33Mbyte/s
Wide Ultra SCSI (Fast Wide 20)	40Mbyte/s
Ultra2 SCSI	40Mbyte/s
Wide Ultra2 SCSI	80Mbyte/s
Ultra3 SCSI	80Mbyte/s
Wide Ultra3 SCSI	160Mbyte/s
FC-AL Fiber Channel	100-400Mbyte/s

Appendix C. Marknadsöversikt CompactPCI-produkter

C1. Compact PCI - CPUkort

Ziatech

ZT6501 SBC. Buss: 3U CPCI. Ombord 10/100Mbit ethernet. USB. CPU: Embedded pentium.

OS-stöd: Windows NT, QNX, VxWorks.

Pris: \$5690 + \$695 (endast första köpet)

Svensk distributör: Industriell Datadesign. www.idd.se.

Force Computers.

Endast 6U pentiumkort.

OS: LynxOS, OSE Delta, pSOSystem, QNX, Solaris, Tornado, WindowsNT.

Motorola

Endast 6U-kort.

PEP

CP310 CPU card. 133/166MHz Pentium. 32/64MB DRAM.

CP312 CPU card. Sockel 7 processor (300+ MHz) 16-128MB DRAM. 3U/4HP single slot.

Inova

CPU-kort. Fastskruvat minne. 3U. 32MB minne, Ethernet DS21143, 2MB Flash. SVGA: S3 Virge MX, Firewire: TSB12LV21 chipset (PCILynx-2, samma som Unibrains kort.)

Priser:

Kort med AMD K6-2 CPU 333MHz, 18KSEK

Kort med AMD K6 CPU 266MHz, 13KSEK

Kort med AMD K6 CPU 166MHz, 11KSEK.

24MB Flashminne till ovanstående: 2100:-

Svensk distributör: Hitech Nordic. www.hitech.se.

Portwell

Info från Microtronica är beställd. 3U cpu-kort verkar de ha, men det nämns inte som separat produkt utan bara i färdigt system.

Analogic

CPCI-CPU1. 3U 200 MHz Pentium MMX CPU Board with 64 MB of DRAM, Ports, Controllers and Ethernet. Pris: 27KSEK

EKF

Endast 6U-datorkort.

C2. Compact PCI – tillbehör

Znyx

10/100Mbit multichannel ethernetkort för PCI och CPCI.
OS: DOS, QNX, NT 4.0, VxWorks, Lynx, Solaris, Linux.

Gespac

PCISYS-57 CompactPCI CPU card. 75-233MHz Pentium. AMC 79C960 10Mbit/s ethernet. 72-pinnars SIMM. (inget SVGA!!)
PCISYS-56 CompactPCI CPU card. 75-200MHz Pentium. 72-pinnars SIMM. SVGA
PCIHRS Halvrack 3U kortlåda med fyra kortplatser. Bredd 270mm, höjd 132mm, djup 300mm.

Appendix D. Marknadsöversikt Firewireprodukter

D1. Firewireadapterar

Sederta

Buss: PCI, CPCI, PMC (SBUS, VME)
OS-stöd: VxWorks, QNX, Phar Lap, Windows NT 4.0, Solaris (Intel & Sparc) and IBM AIX support.
Anm: Generellt API – applikationer kan enkelt konverteras mellan de olika OS:en.
Pris hårdvara inkl drivrutiner: PCI: \$595, PMC: \$695, CPCI: \$795.
Tillkommande: Video software dev kit \$550.

3A

Buss: PCI
Chipset: Verkar vara PCILynx.
OS-stöd: WinNT 4.0, WinCE2.0.
Pris hårdvara (två PCI-kort) inkl drivrutiner och software dev kit: PCI: \$649
Tillkommande:

Unibrain

Buss: PCI
OS-stöd: Win NT, Win 98, Win 2000.
Chipset: Texas TSB41LV03 400Mbps PHYsical layer transceiver, TSB12LV21B (PCILynx-2) IEEE-1394 bus to PCI bus.

EKF

Buss: CompactPCI
Chipset: PCILynx controller (Link Layer): 100, 200 and 400Mbit/s, PHY transceiver 100 and 200Mbit/s (400Mbit/s follows)
OS-stöd: Windows98, Windows NT
Pris: DM790
Anm: Intotos Firestack skall eventuellt kunna användas, förhandlingar pågår.
Leveranstid: minst ca tre veckor.

D2. Fristående drivrutinsleverantörer för firewireadaptrar

Intoto

Chipset: TI – PCILynx2, GP2Lynx, OHCILynx, TSB12C01A, etc., IBM -21S650PFA, NEC, NSC – OHCI. Fujitsu – MB86611, MB86612, MB86614, Philips PDI1394L11.

OS-stöd: VxWorks (med flera?)

Begränsat OS-stöd: QNX, WinCE

Texas Instruments

Chipset: Texas Instrumets chipset, t.ex. PCILynx.

OS-stöd: Windows 95/98.

Phoenix

Chipset: TI PCILynx , OHCI Link (99Q3) , Phoenix VirtualLink Core (99Q4)

OS-stöd: Nucleus, pSOS,Lynx OS, OS-9, Phar Lap, QNX, Tornado (VxWorks).

Appendix G. GNU Photo supported cameras

Detta är en lista över vilka RS232-kommunicerande kameror det finns GNU drivrutiner i källkod (per 990819¹⁷). Varje punkt markerar en drivrutinklass.

Agfa ePhoto (307, 780, 1280, 1680)

Casio QV (10, 11, 30, 70, 100, 200)

Canon PowerShot (350, A5)

Connectix Quickcam ()

Epson PhotoPC (500, 600, 700)

Fuji (DS-7, DX-5)

Hewlett Packard (C5340A)

Hewlett Packard (C30)

Kodak Digital Science (20, 25)

Kodak Digital Science (200+, 210)

Kodak Digital Science (220, 260)

Kodak Digital Science (240)

Konica (Q-M100, Q-M100V)

Minolta Dimage (V)

Nikon CoolPix (900, 900S, 950)

Olympus Camedia (D-220L, D-300L, D-320L, D-340L, C-400, C-410, D-500L, D-600L, C-820L, C-830L, C-840L, C-900 Zoom, C-1000L, C-1400L)

Philips ESP, ESP2 (2, 50, 60, 70, 80)

Polaroid PDC (640)

Ricoh RDC (4300)

Ricoh RDC (300Z)

Sanyo VPC (G210, G250)

Sony DSC (F1Hi)

¹⁷ Se <http://www.gphoto.org/> för senaste listan.

Bilaga: Projektets kravspecifikation

Projektets syfte

Att visa nyttan med bild till beslutsfattare på marken (nyttan med bilden i informationskedjan). Bildens kvalitet är viktigast. Det kan vara analog bild som i slutändan är digital. Stillbild med hög kvalitet är bättre än rörlig video med sämre kvalitet. Tekniktesta bilder (behöver inte vara live). Testa på människan (live för att få rätta känslan). Testa i samband med utbildning (rätt beslut i rätt tid). Digital stillbildskamera – långsam överföring via länk till mark kompletterad med lågupplöst videofärgbild i realtid. Bildinformationen ska kunna styras interaktivt. Möjlighet till kamerasvepning horisontellt och vertikalt till lodrätt rakt ned. Testa räckvidd på länkar.

Kravspecifikation med kommentarer

Bildöverföringssystem

Krav

Möjlighet att kunna testa minst två olika system skall finnas avseende bildöverföring. Med olika system avses t. ex. analog videolänk och digitalt system. Testa räckvidd länk (t. ex. flyga på 100 m höjd, länkmottagningen förflyttas i bil från farkosten för att mäta räckvidden). Analog länk kan användas. 5 km räckvidd. Kopiera in GPS-koordinater i bild. Scandicraft har en sändare: Profilink 25mW, 2442.49MHz. Räddningsverket har samma fabrikat fast med högre sändareffekt. Benny Ljus bistår med framforskning och utredning av möjligheter.

Förslag

Videobildöverföring

Huvudalternativ: Scandicrafts 25mW Profilink analoga videolänk. Räckvidd någon kilometer. Möjlighet att kunna använda Räddningsverkets analoga länkar av samma fabrikat fast med större sändareffekt.

Alternativ 2: Specialbyggd digital videoöverföringsutrustning från FOA Linköping. Detta är inte en kommersiell produkt, men liknande produkter finns eller kommer att finnas snart. Den använder datahastigheter på upp till 140kbit/s och kräver endast en enkelriktad länk. Förhoppningsvis kan vi låna denna utrustning.

Alternativ 3: Digitala bildkodande videolänkar som använder GSM, NMT eller tvåvägsradio. Fabrikat: Recam¹⁸, PSi¹⁹ eller Micro Video²⁰ (måste i så fall hyras eller köpas in). Dessa är trevliga i det att de kan användas vanlig telefonlinje, men blir samtidigt begränsade i bildkvalitet pga den relativt låga datahastigheten.

GPS-data i bild: Detta kan göras på i luften och vid markstationen. Det kan göras med Räddningsverkets utrustning, alternativt används NavTech Telenav II som osynligt och ev synligt kopierar in GPS-koordinater i videosignalen, ombord helikoptern eller på marken

Kostnader/inköp: ev. NavTech Telenav II, £1500 + £3300 (OEM sändare + mottagare). En budgetvariant är att endast köpa en Telenav enkoder för videooverlay (£1500), och man då endast se koordinaterna i bild och inte mata dem till en dator (förrän man skaffat en dekoder).

Befintliga resurser: Scandicrafts Profilink 25mW videolänk, Räddningsverkets Profilink videolänkar, LiTH trådlöst ethernet²¹, FOA digital bildlänk, FOA trådlös RS232²² (ej ännu inköpt).

Digital stillbildsöverföring

Krav: max ca. 2 min tidsfördröjning mellan fotografering och bildpresentation på marken.

Huvudalternativ: Digital kamera med RS232-snitt, omborddator med realtids-OS och ethernet, trådlös ethernetlänk. Problem: en dylika kamera finns inte i den stabiliserade kula som Polytech tillhandahåller²³, och går ej heller att sätta dit.

Alternativ 2: Digital kamera med RS232-snitt, omborddator med realtids-OS, trådlös RS232-länk.

Kommunikation med digitalkamera samt nedsändning till markstationen kräver en separat dator med realtidsoperativsystem på plattformen i luften.

¹⁸ http://www.rstv.co.uk/rstv_tran.htm

¹⁹ <http://www.psvideo.com/html/visionit.html>

²⁰ <http://www.interlog.com/~microvid/324ae.htm>

²¹ <http://www.breezecom.com/Products/brznprd.htm>

²² <http://www.elektrobit.fi/products/sequence.html>

²³ http://www.flir.com/products_apps/UltraVision.htm

Alternativ 3: Hasselbladkamera med digitalt bakstycke med Firewirekommunikation, omborddator med realtids-OS och Firewiresöd. Detta alternativ ger överlägsen bildkvalitet men kräver relativt omfattande mjukvaruutveckling (minst en vecka) samt hårdvara och mjukvara för åtminstone 25' för utvecklingsarbetet. Datalänk: Antingen trådlös ethernet eller trådlös RS232.

Kommentarer: Flera olika varianter finns med avseende på kameratyp och kommunikationsutrustning. Enklarest är kommunikation med de kameror som använder RS232. Högupplösande kameror med USB och framför allt Firewire kräver några veckors mjukvaruutveckling för att integrera. En RS232-kamera kräver ca en veckas mjukvaruutveckling, och förutsätter att kameran stöds av GNUs gphoto-program²⁴.

Datalänk: Trådlös RS232 (19.2 kbps eller 115kbps) eller ethernetlänk. Trådlös ethernetlänk kan ev lånas från LiTH, och 115 kbps trådlös RS232 kan ev. lånas från FOA Lkpg.

Resursbehov: Digital stillbildskamera, omborddator (6' - 10'), datalänk, någon/några veckors mjukvaruutveckling beroende på kameraval, ev. utvecklingsverktyg för Firewiresöd (ca 20') eller USB (ca 10'). Trådlös ethernet kostar 25' per par liksom 19.2kbps trådlös RS232.

Kamerastabilisering

Den utrustning som FLIR/Polytech tillhandahåller har vissa begränsningar, de har två varianter: Stabiliserad kula med Sony DCR camcorder-kamera med inspelningsmöjlighet. PAL-videosignal ut. Styrbar pan/tilt/zoom.

Stabiliserad kula med Agema värmekamera med lagringsmöjlighet samt videokamera utan inspelningsmöjlighet. NTSC-videosignal ut. Styrbar pan/tilt/zoom.

Som synes finns det ingen stillbildskamera i någon av dessa kulor. Vill man plocka ner stillbilder får man därför göra någon form av kompromiss. Några alternativ:

Digitalisera bilder från videokameran i kulan med omborddator, och skicka ned med datalänk (begränsad bildkvalitet, man kan nästan lika gärna digitalisera på markstationen).

Använd separat stillbildskamera som är ostabiliserad eller bygg enklare stabilisering. I detta fall måste också en ytterligare kamera med videosignal användas om inte stillbildskameran själv genererar det, för att generera den live-bild som man ser på marken när man siktar in kameran.

Även andra kunder i applikationsprojektet har behov som inte kan uppfyllas av FLIR:s kamerakulor, så det är inte omöjligt att någon alternativ lösning tas fram för stabilisering och/eller inriktning av kameror.

Tid och plats för tester

Krav

Tester med bildöverföringsutrustningen skall ske i anslutning till övningar vid kommunala räddningstjänster eller vid någon av Räddningsverkets skola (övningsfältet).

Alternativa platser

Räddningsverkets skola i Revinge i Skåne. Fördel platt topografi. Robert Veenhuizen kollar tillstånd med Sturups flygkontroll.

Skövde. Benny Ljus kollar tillstånd för flygning vid försvarsövningar.

Tid

Lämpligast tid är september. Robert Veenhuizen tar fram förslag på tider tider före den 99-05-28.

Flyghöjd och avstånd

Krav

Bildöverföring skall kunna ske från plattform ovanifrån som skall kunna förflytta sig fritt på minst 300 m över marken (praktiskt och tekniskt möjligt, ev. Hänsyn till bef. Luftfartsreglers begränsning beaktas ej) och inom minst en area av 1 km².

Kommentar

Flygning 300 m över marken är tekniskt möjligt, lämpligt är att börja på 75 m höjd och ”stega” upp höjden till 300 m. Flygning inom en area av 1 km² är möjligt.

²⁴ <http://www.gphoto.org/cameras.php3>

Förflyttning av farkost

Krav

Förflyttningen i punkt 3 skall kunna ske på valfri höjd och i valfri riktning. Såväl i förväg bestämd färdväg som direktstyrd förflyttning skall vara möjlig. Farkosten eller kameran skall kunna roteras runt minst 360°. Objektivet skall kunna riktas såväl horisontellt som vertikalt, och skall kunna använda normaloptik.

Kommentar

Kraven om förflyttning går att uppfylla. Inriktning av kamera enligt krav går att göra med Polytechs kula, och utvecklas en egen lösning skall detta krav också uppfyllas.

Bildöverföring

Krav

Bildöverföring skall kunna utföras såväl från stillastående plats i luften max +/- 5 m avvikelser inom 1 min som i kontinuerlig fart av max 100 km/h.

Kommentar

Det är idag möjligt att flyga plattformen i ca. 30 km/h i "rundbana" = polygon med fem hörn/waypoints.

Flygtid

Krav

Plattformen skall kunna befinna sig i luften minst under 1 timma per starttillfälle.

Kommentar

Detta är snart möjligt. I början av testerna får vi eventuellt ta avbrott för mellanlandning för inspektion och tankning i ca. fem min.

Räckviddstest

Krav

Bildöverföringsutrustningen bör ha en minsta räckvidd på ca 5 km. (Avstånd från plattformen till mottagaren, länköverföring bild/data.)

Kommentar

Preliminärt använder vi Räddningsverkets sändare vid tester som kräver lite längre räckvidd: Profilink 0.5 W med riktantenn 18 – 23 dB. Lämpligt att testa räckvidd med mottagare på båt eller i öppet landskap. Förslag till försöksplatser: Rättvik, Karlsborg, (Kvarn, Malmen). Benny kollar platser.

Bemanning

Krav

Plattformen bör vid testflygningarna inte erfordra bemanning på mer än 4 personer för flygkontroll och drift av farkost.

Kommentar

Detta är uppfyllt idag.

Miljö

Krav

Farkosten bör testas i miljöer typiska för räddningssituationer som medför exponering i olika grad av vattendimma eller vattenaerosol, rök, i mörker, viss värmestrålning och till viss grad i varma rökgaser ovan mindre bränder.

Kommentar

Detta bör vara tekniskt möjligt.

Planering och information

Krav

Personal från Räddningsverket skall i skälig tid informeras om planerade försök och medges möjlighet att närvara på platsen och följa testflygningarna.

Kommentar

Information om tid och plats för tester skall givetvis meddelas i tid. En grovplanering bör vara klar före semestern.

Externa demonstrationer

Krav

Möjlighet skall finnas att ev. förevisa farkosten inkl. flyguppdrag för personal inom Räddningstjänsten eller samverkande organ som t. ex. polis, statlig räddningstjänst.

Kommentar

Inga hinder finns för detta.

Koordinater

Krav

Farkostens position i rikets nät bör kunna utläsas direkt på överförd bild.

Kommentar

Matematiska formler för konvertering från long/lat till/från rikets nät är klara. För närvarande saknas dock utrustning för att skriva position på videobilden. Scandicraft skall vid markstationen eller ombord på helikoptern tillhandahålla helikopterkoordinater i lämplig form för att koppla till dylik utrustning samt integrera systemen, men tillhandahåller inte utrustningen för att skriva detta på videosignalen. Denna utrustning kan vara kommersiell såsom NavTech Telenav II eller Räddningsverkets specialbyggda (?).

Resursbehov:

Några timmars utveckling för att integrera system. Utrustning för videosignalmärkning.

Krav på tidsfördröjning i bildöverföringen

Krav

Bildöverföring bör helst ske i realtid. System som lagrar bild som sedan kan väljas att hämtas hem till marken med viss fördröjning med en maximal fördröjning på 1 - 2 min kan godtas.

Kommentar

Se under §1 ovan. Detta är i princip möjligt men vissa lösningar kan kräva mer eller mindre stor arbetsinsats.

Bildkvalitet

Krav

Bildkvaliteten bör vara så god att man kan se om det finns vuxna personer i fordon på marken samtidigt som man kan få en överblick och se träd, huskroppar, (typ flerfamiljs), vägar och diken samt en uppfattning av terrängförhållanden.

Kommentar

Praktiskt möjligt om övriga villkor är uppfyllda.

Utvärdering av bildkvalitet

Krav

Utvärderingen skall beakta i vilken grad detaljer och hela sammanhang kan uppfattas enligt §14.

Kommentar

Vi skall tillsammans planera hur slutdemonstration och utvärdering av projektet skall ske

Buller

Krav

Farkostens buller bör inte störa omgivningen jämfört med normalt bakgrundsljud. Farkosten bör vid rörelse i luften inom ett avstånd på 50 m medge att normalt samtal kan föras vid marken mellan personer.

Kommentar

Detta är tekniskt uppfyllt.

Riktantenn

Riktantenn för videomottagning diskuterades på mötet. Vi tror att en automatisk riktantenn på markstationen är den bästa vägen då vi där inte är begränsade av vikt eller volym. Utveckling av en dylik antennplattform skulle kunna ske inom applikationsprojektets ramar. Det finns också färdiga produkter, några exempel:

Controp²⁵ – Färdig mekanisk plattform för luftburen antennstyrning.

Navtech²⁶ – Komplet system med enaxlig antennstyrning för markstation samt elektronik. Bygger på att man använder en Navtech Telenav ombord helikoptern för att märka videosignalen med GPS-koordinater.

Riktantenn på markstationen

Denna motoriserade antenn skulle styras utifrån de GPS-koordinater som helikoptern sänder ner tillsammans med vetskap om markstationens position. Den enklaste varianten skulle vara en enaxlig styrning som endast styr in antennen i rätt kompassriktning (azimuth). Med en mer riktningskänslig antenn fick man bygga en tvåaxlig styrning (azimuth och elevation).

Riktantenn på helikoptern

För att ytterligare öka räckvidden skulle en riktantenn kunna användas på helikoptern. En enkel variant skulle kunna vara att sätta antennen fast monterad på t.ex. helikopterns sida, och styra helikoptern så att den riktar sidan mot markstationen. Denna inriktning kan ske även under förflyttning i lägre hastigheter, men grundtanken är att rikta in den när helikoptern står still.

Preliminär planering

Preliminär tidsplan: v. 9934 (med någon av prototyphelikoptrarna "Hästen" och "Urverket"), 9936, eller 9938. Robert gör förslag på detaljerad tidsplan

Plats: Revinge. Benny undersöker om det är möjligt.

²⁵ <http://www.controp.co.il/>

²⁶ <http://www.navtech.demon.co.uk/T2micro/t2micro.html>

Bilaga: UAV-Nytt nr 1/2000

UAV-NYTT

Nr 1 2000

Nyhetsrapportering om obemannade luftfarkoster från
 Scandicraft Systems

Apid Mk III - i luften för att stanna!

APID Mk III är den senaste generationen autonoma minihelikoptrar från Scandicraft Systems. Den första farkosten i den nya serien flög för första gången i oktober 1999 och har sedan dess genomgått hårda fältprover för att robustifieras. Hård vind under både höst och vinter har satt systemet på prov och obarmhärtigt avslöjat alla brister.

Efter diverse justeringar är nu farkosten klar att tas i bruk. Närmast väntar ett antal experimentella flygningar för deltagarna i det applikationsprojekt som beskrevs i förra numret av UAV-Nytt. Flygningarna avser att testa farkosten i applikationer såsom skogsbrandsövervakning, kraftlinjebesiktning, trafikbeteendeforskning och signaturanalys i samband med militär maskering.

I samarbete med Witas vid Linköpings Universitet och FOA skall systemen även användas i forskning kring artificiell intelligens hos autonoma luftfarkoster. Forskningen avser att möjliggöra att framtidens system inte bara stabiliseras och navigeras autonomt, de skall även kunna fatta självständiga beslut om vad de ska göra beroende på vad de "ser".

INNEHÅLL	
Sid 2	Högteknologi för lufta förhållanden
Sid 2-3	Tekniska data
Sid 4	Flygprovningstillstånd



APID Mk III: Högteknologi för tuffa förhållanden.

En minihelikopter är värsta tänkbara miljö för all den högteknologi som krävs för systemets autonomi. Den mekaniska miljön innehåller gyrokrafter och vibrationer från huvudrotor och stjärtrotor. Motorn avger vibrationer och värme och omgivningen bidrar med kyla, fukt och vind. Systemet skall också tåla ovarsam hantering under fältmässiga driftsförhållanden.

I den elektroniska miljön finns mängder av EMC från kraftförsörjningsenheter, radiosändare och motorns tändsystem.

Att i denna miljö integrera datorer och känsliga sensorer med högsta tillförlitlighetskrav är en stor utmaning. Lägg därtill krav på optimering av systemets vikt så att lastförmågan maximeras.

Scandicrafts utvecklingsarbete har passerat ett flertal systemgenerationer och mängder av delsystem som testats i olika miljöer och situationer. Detta har resulterat i företagets första system för kommersiellt bruk; APID Mk III.

Karossen är helt byggd i kolfiber/kevlarsandwich för maximal styrka till minimal vikt.

Rotorsystemet är egentillverkat med rotormast av titan och rotorhuvud av höghållfast aluminium. Rotorbladen är tillverkade av glasfiberarmerad plast. Rotorsystemet är sammankopplat med växellådan och vibrationsdämpat upphängt i karossen.

Motorn är en 2-takts 1-cylindrig go-cart-motor modifierad för flygbruk. Trots att vikten understiger 7 kg ger den hela 15Hk vid 9500 r/min. Bränsleförbrukningen är 5 l/h vid hovring och 2,5 l/h vid planflykt. Motorn är vibrationsdämpat upphängt i karossen.

Transmissionen består av en kardana av titan som är vibrationsdämpat kopplad mellan motorn och generatorväxellådan. En remtransmission från denna driver i sin tur stjärtrotorkardana och huvudrotorväxellådan.

Generator/startmotor är en egenutvecklad högintegrerad kompakt enhet som via en dubbelverkande växellåda dels startar bensenmotorn via fjärrstyrning från basstationen, dels genererar elkraft (300W) till ombordvarande elektronik och nyttolast.

Landningsstället är byggt av aluminiumrör och vibrationsdämpat upphängt i karossen för att dämpa markresonans i samband med take-off. Ramkonstruktionen bildar deformationszon för att skydda karossen mot skador vid hårda landningar men är ändå tillräckligt styv för att skydda nyttolast på karossens undersida.

Stjärtbomme kolfiberkomposit vibrationsdämpad upphängd i karossen. Stjärtrotorkarna kullagrade och

Plats finns för nyttolast. Totalt systemvikt 20 kg inklusive nyttolast.

APID MK III

Styrsystemet består av en kompakt och tålig dator byggd på PC 104-format. Systemet förprogrammeras med en ruttbeskrivning som sänds över via radio. Mjukvaran är uppbyggd kring realtidskärnan RTKernel och innehåller avancerade Kalmanfilter för filtrering av signalerna från sensorerna, samt avancerade regulatorer för reglering av farkostens attityd, riktning och fart via systemets fem ställdon. Mjukvaran är framställd i utvecklingsmiljön SystemBuild, vilket ger en ytterst öppen arkitektur som enkelt tillåter justering av filter och regulatorer samt integration av nya sensorer och funktioner.

Tröghetsnavigering. I styrsystemsensheten finns även ett TN-system med gyro, accelerometrar och tiltgivare, vilket ger styrsystemet information om farkostens attityd och hastighet. I styrsystemsensheten finns även ett kraftförsörjningssystem med batteribackup för 40 minuter. Hela enheten är byggd av värme- och EMC-isolerande sandwich och är vibrationsisolerat upphängd i farkostens tyngdpunkt.

Sensorer för specifika ändamål finns utplacerade på olika platser i farkoststrukturen. I grundutförandet används bl a höjdradar, IR-höjdmätare, barometer, kompass och motorvarvtalsgivare.

GPS ger systemet information om position uttryckt i globala jordkoordinater. I Sverige kompletteras GPS-mottagaren med en EPOS-mottagare, som från närmaste FM-sändare erhåller en korrektionsfaktor för korrektion av det krypterade fel som GPS-signalen förses med. Noggrannheten blir inom 2 m. För högre noggrannhet kan andra system för differential-GPS eller andra system för positionering användas.

Radiolänk. I grundutförandet är systemet utrustad med en 1 W radiolänk på 439 MHz-bandet för tvåvägs kommunikation med markstationen. Från farkosten kan information från samtliga sensorer hämtas och till farkosten kan kompletterande styrinformation sändas.

Fail-safe. Farkosten kan framföras i tre moder, autonomt, semiautonomt (autonom stabilisering men positionering via "traversstyrning") och radiostyrt. Failsafefunktionen kopplar automatiskt över till radiostyrningsmod om något fel i det autonoma systemet inträffar. Vid motoravbrott kan nödlandning ske med autorotation.

Räckviddsbegränsaren håller av säkerhetsskäl bränsleflödet öppet endast så länge radiostyrningsenheten är i aktiv kontakt med farkosten. På så sätt förhindras att autonomisystemet flyger iväg systemet utom kontroll. Den aktiva principen är hämtad från EU:s maskindirektiv för radiostyrning av traverser.

Kamerasystem. Systemet kan levereras utrustade med gyrostabiliserade pan-tilt-gimbaler för video och IR, t ex UltraVision och UltraForce från Polytech/FliirSystems. Panorering, tilt och zoom styrs från marken via en separat radiolänk. Bilddata kan lagras ombord och/eller överförs till marken i realtid.

Bilddator. Via en egenutvecklad bilddator kan digital bildinformation komprimeras och överförs via datalänk till marken. Datorn kompletterar även bildinformationen med information om farkostens position och bildsensorns panorerings- och tiltvinklar.

Nuläget i tillståndsfrågan

När nuvarande regelverk för luftfart skrevs var UAVer en okänd företeelse. Ett intensivt arbete pågår därför på många olika nivåer för att finna lämpliga former för reglering av UAV-luftfart.

På EU-nivå arbetar olika organisationer för att samordna det övergripande regelverket. Scandicraft driver tillsammans med Luftfartsverket en egen process för att på sikt uppnå certifiering och flygtillstånd för APID:en.

Denna process är indelad i fyra etapper:

1. Uppdragsspecifika tillstånd för enstaka flygningar på givna platser under strikta restriktioner. En säkerhetszon runt flygområdet skall övervakas så att flygning kan avbrytas innan någon tredje man hunnit tränga in i flygområdet.
2. Allmänt flygprovningstillstånd som ger oss möjlighet att flyga vid godtycklig tidpunkt men på givna platser och under strikta restriktioner. Här är vi nu. Flygningarna fram till och med juni år

2000 skall utvärderas för att kunna släppa processen vidare till fas 3.

3. Permanent flygtillstånd för flygning på godtyckliga platser under motsvarande restriktioner som fas 3 (dvs tredje man skyddad).
4. Certifiering för flygning över bebodda områden, vägar och områden där tredje man vistas.

I efterföljande steg, troligtvis synkroniserat med processen för ett internationellt regelverk, tillkommer tillstånd för autonom flygning utom synhåll för en manuell backup samt för flygning i kontrollerat luftrum.

I Scandicrafts utvecklingsarbete ingår redan de krav, som dessa framtida tillståndsnivåer förväntas ställa, som viktiga styrparametrar. Utvecklingen av redundans, antikollisionsskydd, inbyggda fallskärmar, och alternativa navigations-system är redan påbörjad i syfte att garantera full säkerhet vid flygning med APID:er.

Räddningsverket, 651 80 Karlstad
Telefon 054-13 50 00, fax 054-13 56 00. Internet <http://www.srv.se>

Beställningsnummer P21-405/02. Fax 054-13 56 05
ISBN 91-7253-161-4