

Om att undvika kollisioner mellan flygplan i luften

Sammanfattning

Kollisioner i luften är sällsynta men leder i allmänhet till dödsfall. Huvudorsaken till den låga frekvensen är låg trafiktäthet.

Jag har börjat studera åtgärder mot kollisioner dels teoretiskt med beräkningar och dels genom datorsimuleringar. Ett första resultat från det arbetet är att tvärt emot den allmänna uppfattningen har ökad uppmärksamhet från piloternas sida har bara marginell påverkan på kollisionssannolikheten. I det här arbetet föreslås några åtgärder för att minska risken. De viktigaste är

1. Transponder bör vara påkopplad under flygning så ofta det är möjligt. Därigenom upptäcks man av flygplan med antikollisionsutrustning, t.ex. TCAS, TPAS etc.
2. Man bör undvika att flyga rakt över rapportpunkter.

Innehåll

- Allmänt om kollisioner
- Egna erfarenheter av tillbud
- Kollisionens matematik
- Chansen att upptäcka faran
- Simulering
- Åtgärder för att minska risken
 - Val av flygvägar
 - Transponder
 - Radio
 - GPS
 - Annat
- Planerad fortsättning

Allmänt om kollisioner

Internationell statistik visar (som väntat) att kollisioner oftast inträffar i områden där man har hög trafiktäthet. Exempel är trafikvarv och rapportpunkter av olika slag, t.ex. VOR-fyrar och inpasseringspunkter. Mer än 90 procent av kollisionerna inträffar under VMC. I många kollisioner har piloterna trott sig se varandra, men det har varit misstag.

Det finns en allmän uppfattning att förbättrad uppmärksamhet skulle minska kollisionsrisken påtagligt. Min egen erfarenhet och beräkningar pekar på att det endast har marginell betydelse. Mer om det nedan.

Egna erfarenheter av tillbud

Min egen erfarenhet (1150 flygtimmar) är att jag aldrig har sett mig vara på kollisionskurs med ett annat flygplan - i den meningen att jag har behövt svänga för att hindra en kollision. Däremot har jag många gånger svängt för att öka minsta passageavståndet. Det skulle dock inte ha blivit kollision även om jag fortsatt på oförändrad kurs.

Två gånger har jag varit nära kollision med ofrivillig passage mindre än 50 meter från ett annat flygplan. I båda fallen var geometrin sådan att ingen av piloterna kunde upptäcka den andre (döda vinklar respektive solens ställning på himlen). Båda tillfällena var i trafikvarv, varav det ena på flygplats med kontrolltorn i tjänst. Ca fem sekunder efter tillbudet varnade flygledaren. Då var det andra flygplanet redan långt borta efter att ha passerat ca 25 framför min nos.

Kollisionens matematik

Två flygplan som går på kollisionskurs (om flygplanen går rakt fram med konstant hastighet), befinner sig hela tiden i konstant relativ bäring. Befinner sig planet som man kommer att krocka med i en död vinkel kommer det att finnas kvar där ända fram till kollisionsögonblicket.

Den egna rörelsen gör att potentiella kollisioner inte är jämnt fördelade över alla bäringar. Har flygplanen samma hastigheter, visar man lätt att 50 procent av alla risker kommer från bäringen +45 grader till -45 grader framåt. Är hastigheterna olika är det mer komplicerat, och jag har tänkt undersöka det med simuleringar.

Flygplanens farter vektoradderas. Det för med sig den olyckliga konsekvensen att man relativt lätt upptäcker flygplan som kommer att passera på säkert avstånd, medan det är så gott som omöjligt att upptäcka ett flygplan som man kommer att kollidera med.

Det här skall jag illustrera med ett exempel.

Två flygplan befinner sig på kollisionskurs i en bäring som har ungefär maximal sannolikhet.

Båda håller 120 knop.

Båda har en spännvidd på 10 meter.

Båda har längden 7.5 meter.

Båda är 2.5 meter höga.

Båda har en kabin som är 120 cm bred och 120 cm hög.

NÄSTA SIDA ser ut att vara tom, men det är den inte. Strax ovanför mitten syns en liten prick. Om papperet hålls 35 cm från ögat, ger den en korrekt bild av hur vårt flygplan enligt exemplet ser ut om det är på kollisionskurs och avståndet är 1 nautisk mil. Handen på hjärtat: Hur många skulle ha lagt märke till pricken om jag inte talat om att den fanns där? Ännu färre skulle uppfatta den som ett dödligt hot, som kräver undanmanöver omedelbart.

Det är bara femton sekunder kvar till kollisionen!

Om samma flygplan är på samma avstånd men inte på kollisionskurs, syns det mycket tydligt. Det kan t.ex. se ut så här:

*

Även den här bilden skall betraktas från avståndet 35 cm. Det här invaggar i falsk säkerhet. Ofarlig trafik syns lätt, medan den farliga är nästan osynlig. Alla piloter har sett sådana här ofarliga situationer och tror sig därför ha god chans att upptäcka en kollisionsrisk. (De här bilderna är skapade med hjälp av lagarna för projektion.)

Chansen att upptäcka faran

Ögat ser skarpt på en rymdvinkel av ungefär 10 kvadratgrader. För att upptäcka faran måste man alltså scanna områden på ca 10 grader i taget. Man behöver några sekunder, säg fem för att konstatera att området är tomt. För att täcka området +45 till -45 grader behövs nio fixeringar, dvs det går åt 45 sekunder. Dessutom behöver man läsa av instrument, titta på kartor, följa upp bränsle etc. Det kan kräva ytterligare 15 sekunder per scanningsperiod. Man har alltså högst 25 procent chans att upptäcka hotet även under idealiska förhållanden.

Men hälften (eller mer) av alla hot finns utanför om rådet +45 till -45 grader. Ignoreras de hoten, blir chansen att upptäcka ett hot alltså 13 procent eller mindre. Och då har vi ändå bara brytt oss om flygplan i planflykt och på samma höjd. En påfallande stor del av kollisionerna inträffar när det ena eller båda flygplanen ändrar höjd.

En annan viktig faktor är hjärnans uttröttnings. Experiment har visat att när man har spanat ett tag utan att något alarmerande har inträffat så sjunker uppmärksamheten. Det inträffar redan efter några minuter. Vi har väl alla någon gång klickat OK på något varningsmeddelande på datorn utan att läsa vad saken gällde?

Slutsatsen av detta är att utkik efter kollisionshot inte påverkar överlevnadssannolikheten märkbart. Det rör sig om högst någon procent förbättring jämfört med att flyga blundande. Andra åtgärder krävs därför.

Simulering

För att undersöka åtgärder som kan förbättra situationen håller jag på att utveckla ett simuleringsprogram. En första primitiv version bifogas i det här brevet. Syftet med denna är att undersöka tidsförloppet vid en hotande kollision, dvs

Vad hinner man med?

Hur ser en typisk kollision ut?

Hur ser det ut med en nära miss?

Finns risk för felmanövrer som gör en nära miss till en kollision?

Hur undviks det i så fall?

Programmet väljer slumpmässigt rörelserikningar och hastigheter hos de båda flygplanen.

Ett preliminärt resultat är följande: Antag att flygplan passerar ett område på 14 x 14 nautiska mil utefter slumpmässiga vägar. Områdets storlek svarar ungefär mot en typisk kontrollzon.

Den typiska passagen tar åtta minuter. Om trafikintensiteten är 3 genomflygningar per timme dagtid och flygplanen flyger på slumpmässiga höjder mellan 1500 och 2500 fot, inträffar en kollision ungefär vart tvåhundra år.

Nästa steg i mina simuleringar blir att undersöka hur hoten är fördelade på olika bäringar när man tar hänsyn till att inte alla flygplan går lika fort.

Åtgärder för att minska risken

Om nu inte spaning är särskilt effektivt, vad kan man då göra istället? Faktiskt ganska mycket! Och en del av åtgärderna är påfallande enkla. Några förslag ges nedan.

Val av flygvägar

Undvik att flyga över punkter med hög kollisionsrisk. Exempel på sådana är in/utpasseringspunkter, VOR-fyrar och hörn på restriktionsområden. Minst en känd flygkatastrof med hundratals döda har inträffat genom att två flygplan kolliderade över en VOR-fyr. När jag passerar en sådan punkt flyger jag alltid 100 - 200 meter till **höger** om den. Det ger en dramatisk minskning av kollisionsrisken även om övrig trafik avstår från åtgärder.

Transponder

Det förekommer alltför ofta att allmänflyg förirrar sig in i kontrollzoner, oftast av misstag. Är då transpondern igång, kan det uppmärksammas av flygledningen. Dessutom aktiveras de antikollisionssystem, t.ex. TCAS, som det kommersiella flyget liksom militärflyget är utrustade med.

Dessa utrustningar fungerar även i fritt luftrum oberoende av om det finns radartäckning eller ej. Alltså ger transpondern dramatiskt minskad kollisionsrisk även om du är i ett område som saknar täckning med sekundärradar.

Radio

Blindsändning när man närmar sig en okontrollerad flygplats kan uppmärksamma piloter där på att främmande trafik är på väg. Man kan då också själv få information om eventuell trafik nära flygplatsen.

GPS

Med GPS blir navigeringen säkrare och kräver mindre tittande på kartan. Risken för ofrivilligt inträngande i kontrollerat luftrum minskar. Passage på ett bestämt avstånd till **höger** om en brytpunkt kan enkelt utföras.

En handhållen (personlig) GPS ger större säkerhet än en panelmonterad. Den förra kan programmeras hemma i lugn och ro, medan den senare måste programmeras i flygplanet före start. Det ökar risken för inmatning av felaktiga data.

Annat

I mitt eget flygplan installerade jag för ca ett år sedan TPAS (Traffic Proximity Alert System). Hur användbart det är i praktiken kan jag fortfarande inte säga, men vid åtminstone ett av de två tillbud jag nämnde ovan, tror jag att den hade kunnat minska risken. Jag har också vid ett par tillfällen uppmärksammats på trafik som jag knappast hade sett annars. I ett av fallen var det ett flygplan som skulle ha varit på kollisionskurs om höjden varit densamma. Nu kom det andra flygplanet istället fram under vingen på ca 100 m avstånd och passerade ca 50 m rakt under oss. En begränsning är att TPAS bara kan upptäcka flygplan med transponder igång. En annan är den den talar om avstånd men inte riktning till hotet.

En speciell risk utgör flygning i motljus, t.ex. mot solen även när denna står tämligen högt på himlen. Genom att då flyga med tända strålkastare ger man mötande en chans till tidigare upptäckt. Själv är man i praktiken blind åt det hållet plus minus 30 grader.

Sänkt hastighet ger en dramatisk höjning av sannolikheten för upptäckt i tid där trafiken är tät.

Planerad fortsättning

Parallellt med utvärdering av TPAS, kommer jag att utöka simuleringarna. I första hand vill jag försöka lösa det ofullständiga ekvationssystemet som TPAS-enheten ger upphov till, så att den även kan ge riktning information eller liknande. För det ändamålet kommer jag att modifiera simuleringsprogrammet, så att det gör några miljoner simuleringar, undersöker dessa statistiskt och försöker finna sannolika lösningar till ekvationerna. Jag måste också förvissa mig om att de funna lösningarna inte i verkligheten ger en ökad risk.

Jag planerar också att komma med andra förslag till säkerhetshöjande åtgärder inom områdena långresor VFR, väderbetingade haverier respektive luftlås i bränslesystemet.

Allan Emrén
Kärnkemi
Chalmers Tekniska Högskola
41296 Göteborg

Telefon arb. 031 - 772 2800
 bost. 0302 - 321 38

E-mail: allan@nc.chalmers.se

Bilaga

Simuleringsprogrammet TPAS

Programmet arbetar under Windows.

Filerna är virustestade med Norton Antivirus före kopiering.

Användning

Programmet har fyra knappar och två textfönster.

Klick på en knapp avbryter pågående simulering och startar en ny.

Varje simulering genererar två flygplan med slumpmässiga positioner och slumpmässiga hastigheter mellan 90 och 150 knop.

Det egna flygplanet går vertikalt i bilden. Det andra har slumpmässig rörelseriktning och utgångsposition. Alla riktningar är lika sannolika.

Simuleringen arbetar i verklig tid.

Avståndet visas i det övre fönstret.

Det nedre fönstret visar den pågående simuleringens minsta avstånd i meter.

Knappar

Collision. Ger en situation med avstånd mindre än 10 meter. Eftersom flygplan inte är punkter leder ett sådant avstånd alltid till kollision trots att flygplanen själva bara är ca 10 meter. När kollisionen inträffar, slocknar det övre fönstret och i det undre skrivs ordet COLLISION.

Near miss. Minsta avståndet blir mellan 10 och 200 meter.

Proxy. Minsta avståndet blir mellan 200 och 1850 meter.

Random. Minsta avståndet kan bli vad som helst mellan 0 och 50 km.