

1. Grafik 1

- a. Två bilar visas med signaler som kommer ifrån dom

Speakerrösten säger: "Idag, är autonoma bilar en möjlighet i en kaotisk miljö, så vi frågade oss:"

2. Grafik 2

- a. Ett flygplan visas med signaler som kommer ifrån den

Speakerrösten säger: "kan autonom flygtrafikledning vara möjlig, i en kontrollerad miljö? På LFV, har vi gjort ett försök att komma närmare svaret, låt oss titta på hur vi gjorde det.."

3. Grafik 3

- a. Text visas med "Teknik" som en övergripande titel och "Radar", "Radio", "Nätverk" och "Teknik" som undertitlar.

i. Övergång till:

- b. En illustration av en människa visas framför en radarskärm och ett skrivbord. Kommunikation med ett flygplan visas och "kuggar som rör sig" för att visa att människan tänker. Del av kuggarna visas bli avlastade av "teknik", vilket minskar hur mycket människan behöver tänka, genom att visa en illustration med ett tårtdiagram.

Speakerrösten säger: "Flygtrafikledning har redan idag ett stort beroende av teknologisk utrustning med exempel som radar, radio, nätverk och navigationshjälpmedel, men i centrum, finns människor, människorna är där av säkerhetsskäl, och för deras förmåga att handskas med komplexa situationer, men är vi nu vid en tidpunkt i teknisk utveckling när människor skulle kunna avlastas från en betydande del av deras komplexa uppgifter, även inom flygtrafikledning?"

4. Grafik 4

- a. Två flygplan som är separerade i höjd visas

Speakerrösten säger: "Det primära syftet med flygtrafikledning, världen över, är att förhindra kollisioner, att organisera och påskynda flödet av flygtrafik, delge information och ge annat stöd till piloter. Flygledare övervakar var flygplanen befinner sig.."

5. Grafik 5

- a. De två flygplanen övergår till sina respektive latitud och longitud positioner på en Europakarta, med ytterligare flygplan som visas, flygandes över Europa.

Speakerrösten säger: "...i deras luftrum med hjälp av radar och kommunicerar med piloterna med hjälp av radio. För att undvika kollisioner, använder flygtrafikledningen separationsregler.."

6. Grafik 6

- a. Texten "Separationsregler" visas med tre kryssrutor som dyker upp under texten.
- b. En ruta som illustrerar luft omkring ett flygplan dyker upp, vilket illustrerar separation i tre dimensioner.

Speakerrösten säger: "...vilket försäkrar att varje flygplan bibehåller en minsta mängd tomt utrymme runtomkring sig hela tiden."

7. Grafik 7

- a. En människa visas med en stapel som indikerar 100% arbetskapacitet, ett datorchip med AI skrivet på det dyker upp och en ny stapel dyker upp ovanpå den tidigare stapeln, vilket indikerar mer än 100% arbetskapacitet.
- b. Övergång till fokus på datorchipet, och rutor med följande innehåll: Spårbarhet i AI:ns beslutsprocess, människa-maskin interaktion, säkerhetsaspekter, oändligt många trafikscenarion, väderförhållanden, kostnader, redundans.

Speakerrösten säger: "Flygtrafikledare, som varje annan människa, har en viss arbetskapacitet. Så i detta projekt, satte vi upp en hypotes: om vi förser flygtrafikledare med Artificiell Intelligens som automatiserar vissa av deras uppgifter, skulle dom potentiellt sett kunna öka sin arbetskapacitet och handskas med fler flygningar. För att nå denna vision finns det utmaningar längs med vägen. Vi måste ha många aspekter i åtanke, som till exempel spårbarhet i den Artificiella Intelligensens beslutsprocess, människa-maskin interaktion, säkerhetsaspekter, oändligt många trafikscenarion att potentiellt träna på, väder, kostnad och redundans."

8. Grafik 8

- a. LFV:s och IBM:s logotyper visas.

Speakerrösten säger: "För att adressera dessa utmaningar har vi, i detta projekt, jobbat ihop med IBM Garage och IBM research."

9. Grafik 9

- a. Ett gitter visas med 5 lager, en rubrik visas på slutet av illustrationen med texten "Advanced autoplaner". Nedifrån och upp så visas följande lager:
 - i. Enterprise Design Thinking
 1. Skapat tillsammans med flygledare och forskare från IBM
 2. Definierad Minsta Livskraftiga Produkt
 - ii. AI modellering
 - iii. Beräkningsapplikation
 - iv. IBM streams
 - v. NARSIM, flygtrafikledningssimulator

Speakerrösten säger: "Vi har utfört Design Thinking Workshopar för att tillsammans definiera utmaningarna och skapa lösningarna tillsammans med flygtrafikledare och datavetare. Workshoparna utfördes för att definiera en Minimum Viable Product, den minsta och mest

väldefinierade lösningen för att omhänderta de största riskerna. Projektteamet gick sen in i AI-modelleringsfasen och skapade beräkningsapplikationen, denna sattes sen i bruk och kopplades till Narsim, en flygtrafikledningssimulator. Med hjälp av IBM Streams kunde vi testa hur AI modellen beter sig i Narsim simulatorn. Vi döpte vår lösning till Advanced Autoplanner (AAP).”

10. Grafik 10

- a. Text visas som illustrerar att ett tillvägagångssätt där säkerhet kommer först har använts, två underrubriker visas, de är:
 - i. Fas 1: Förutsäga hur luftrummet kommer se ut i framtiden
 - ii. Fas 2: Rekommendation för vilken instruktion som ska väljas

Speakerrösten säger: “Advanced Autoplanners AI modell är designad för att använda en approach där säkerhet kommer först och opererar i två faser: Fas 1 förutsäger hur det framtida luftrummet kommer se ut, för att bestämma säkra instruktioner som undviker framtida konflikter, och fas 2 bestämmer den bästa instruktionen baserat på en rangordning av säkra instruktioner baserat på en förståelse av flygplansbeteende.”

11. Grafik 11

- a. Text “Fas 1: Förutsäga hur luftrummet kommer se ut i framtiden” visas och en illustration med flygplan som flyger mot varandra visas ovanifrån, med förutsedda flygbanor. Illustrationen övergår i att visa luftrummet och förutsedda flygbanor från sidan, vilket indikerar komplexiteten i ett luftrum med sjunkande och stigande trafik.
- b. Rutor runt flygplanen dyker upp, vilket visar den separation som behövs runtomkring varje flygplan. Två av rutorna blinkar i rött.
- c. En illustration av en människa dyker upp.
- d. Människan försvinner och ersätts av flera alternativ för olika instruktioner som kan användas. Rubriken på sidan går från “Fas 1” till “Fas 2”.
- e. Det visas att de olika instruktionerna prioriteras.

Speakerrösten säger: “AI modellen förutsäger var flygplanen kommer befinna sig i realtid och bestämmer kontinuerligt hur luftrummet som en flygtrafikledare är ansvarig för kommer se ut i framtiden. AI modellen fångar in de komplexa tredimensionella flygbanorna inklusive punkterna i en färdplan (för ett givet flygplan). I fas 1 använder AI modellen en rymdutforskningsteknik med tidiga begränsningar för att bestämma säkra instruktioner. Detta gör att AI modellen kan ge både en förklaring till varför en viss instruktion ska ges och kontra-faktiska förklaringar varför en viss instruktion inte ska ges, till en flygtrafikledare. I fas 2 använder AI modellen ett regelbaserat tillvägagångssätt för att rangordna instruktioner efter hur optimala dom är från de säkra instruktioner som identifierades i fas 1. Reglerna fångar in vanliga flygplansegenskaper, så som preferens för att stiga i höjd, eftersom på högre höjd, är luften tunnare och det resulterar därmed i förbättrad bränsleekonomi. Maskininlärning skulle kunna användas i framtiden för att göra om rangordningen baserat på detaljerade flygplansegenskaper såsom typ av flygplanskropp och manövreringsförmåga.”

12. Grafik 12

- a. Två flygplan som flyger mot varandra visas, en av dem ges en instruktion så att de inte ska kollidera med varandra och återgår sen till sin flygbana.

Speakerrösten säger: "När AI modellen rekommenderar en framgångsrik instruktion till piloten, så följer AI modellen upp när det är säkert för flygplanet att svänga tillbaka till sin originalrutt."

13. Grafik 13

- a. Tre scenarion visas på skärmen, dom är:
 - i. Scenario 1 – Advanced autoplaner identifierar, utvärderar och löser en konflikt mellan två flygplan genom att använda hastighet.
 - ii. Scenario 2 – Advanced autoplaner löser en konflikt genom att använda sväng, hastighet och höjd.
 - iii. Scenario 3 – Demonstration av vad som händer om piloten inte följer instruktionerna som ges av Advanced autoplaner.

Speakerrösten säger: "Vi skulle nu vilja visa er följande 3 scenarion, som Autoplaner lösningen har handskats med i Narsim simulatoren. Separationsminima i sektorn är 5 nautiska mil, men vi har lagt till en buffert, AAP får inte lov att gå under 6 nautiska mil i separation."

14. Grafik 14

- a. En video som visar separationshantering mellan två flygplan i Narsim, av Autoplaner, genom att använda hastighet.

Speakerrösten säger: "Först, kommer vi se hur Advanced Autoplaner identifierar, utvärderar och löser en konflikt mellan två flygplan med användandet av hastighet. Vid denna tidpunkt, kan vi se att både LFV042 och LFV050 har en konflikt om ungefär 12 minuter, inuti sektor Whisky. Advanced Autoplaner använder sin konfliktsösalgorithm: identifierar konflikten och letar efter sätt att lösa den. De två flygplanen är nu separerade med 5.9 nautiska mil på samma flygnivå, vilket är precis under den buffert AAP använder för säker separation. När flight LFV042 kommer in i sektorn, 9 minuter innan separationsunderskridande, ger Advanced Autoplaner en instruktion att öka hastigheten till Mach .78, en liten ökning av hastigheten i förhållande till marken med 4 knop. Användandet av hastighet för att lösa denna konflikt är baserat på LFVs egen rangordning av hur Advanced Autoplaner ska väga dom olika lösningarna: sväng, hastighet och höjd. Vi kan se att den lilla ökningen i hastighet också har ökat den bedömda separationen till 6.7 nautiska mil, vilket är mer än minimaseparationen. 9 minuter senare, kan vi se att den givna instruktionen, för ökad hastighet, försäkrar att separationen bibehålls mellan de två flygplanen."

15. Grafik 15

- a. En video som visar separationshantering mellan tre flygplan i Narsim, av Autoplaner, genom att använda hastighet, sväng och höjd.

Speakerrösten säger: "I scenario 2 använder Advanced Autoplanner all tre tillgängliga verktyg: sväng, hastighet och höjd, för att lösa konflikter mellan tre flygplan, Lfv900, Lfv915 and Lfv 911, vilka alla ligger på 40 000 fot. Lfv900, som kommer norrifrån, ges en instruktion att öka hastigheten till M.86, en ökning med 10 knop, och att svänga 5 grader till höger. Detta är för att undvika konflikt med Lfv915 som kommer söderifrån. Separationen mellan de två flygplanen gick från att vara 6.1 nautiska mil, vilket är på gränsen till autoplannerns minsta tillåtna avstånd, till ca 13 nautiska mil, vilket, med marginal, är över det nödvändiga avståndet. Samtidigt får Lfv911 österifrån en instruktion att stiga till 41 000 fot för att undvika både Lfv900 norrifrån och Lfv915 söderifrån. Advanced Autoplanner anser nu att Lfv900 är fri från Lfv915, och ger Lfv900 en ny rutt klarering tillbaka till punkten WOODY, utanför Antwerp i Belgien. Flygplanet använder sin egen navigation för att återgå till originalfärdplanen. Den förutsedda separationen är nu 10 nautiska mil, vilket, med marginal, är över den säkerhetsmarginal Advanced Autoplanner använder för separation, men inom vad vi i projektet anser vara effektiva flygbanor. Vi kan nu se att alla tre flygplan är separerade enligt flygregler, antingen med åtminstone 5 nautiska mil, som mellan Lfv900 och Lfv915 eller med åtminstone 1000 fot som mellan Lfv911 och dom två andra flygplanen."

16. Grafik 16

- a. En video som visar separationshantering mellan två flygplan i Narsim, av Autoplanner, genom att använda sväng och höjd medan piloten inte följer de instruktioner som ges.

Speakerrösten säger: "I scenario 3, skulle vi vilja visa er vad som händer om piloterna inte följer de instruktioner som Advanced Autoplanner ger. Lfv957 i nordöst får instruktionen "5 grader höger" för att svänga bakom Lfv970 som kommer västerifrån. Piloten på Lfv957 svänger dock bara 2 grader, av okända skäl. Separationen gick från 2.9 nautiska mil till 4.4 nautiska mil, vilket fortfarande är under det separationsminima som krävs i denna sektor. Advanced Autoplanner identifierar att den tidigare instruktionen inte är tillräcklig, och svänger Lfv957 ytterligare 5 grader till höger, men igen så svänger piloten bara 2 grader. Den förutsedda separationen är nu 5.8 nautiska mil, vilket är över den minsta separation som behövs, men fortfarande under den buffert som används av AAP. Lfv970 kommer nu in i sektorn, och ges genast en instruktion att stiga 1000 fot för att undvika Lfv957, men återigen så följer inte piloten instruktionen, och stannar på sin höjd. Advanced Autoplanner bedömer nu att Lfv970 inte följer sin instruktion, och svänger Lfv957 för en tredje gång till höger, och denna gången är svängen tillräcklig för att bibehålla separation enligt den definierade bufferten. Detta visar att AAP följer upp sina instruktioner och kontinuerligt försäkrar att dessa instruktioner är tillräckliga för att bibehålla de separationer som krävs."

17. Grafik 17

- a. Följande text visas "Vad Lfv har lärt sig", och ytterligare text: "AI modellen separerar flygplan och tar dom genom sektorn på ett säkert och effektivt sätt"

Speakerrösten säger: "Projektet har tagit fram en modell som på ett framgångsrikt sätt separerar flygplan och kontrollerar dom på ett säkert och effektivt sätt genom sektorn."

18. Grafik 18

- a. Följande text visas:
 - i. Vilka är dom nästa stegen?
 1. Ökad komplexitet inom AI modellering
 - a. Stigande och sjunkande trafik
 - b. Olika vindförhållanden
- b. En människa framför ett skrivbord och en skärm dyker upp och följande ytterligare text:
 - i. Användargränssnitt (HMI)
 1. Föreslagna instruktioner
 2. Tid för utförande

Speakerrösten säger: "I nästa fas kommer vi inkludera några av de mer komplexa verklighetsfaktorerna inom flygtrafikledning, inklusive stigande och sjunkande trafik och olika vindförhållanden och vi kanske kommer låta AI modellen lära sig baserat på interaktionerna och valen som görs av flygtrafikledarna och simulatören för att utvecklas och ge bättre rekommendationer. Vi kommer också förse flygtrafikledaren med ett användargränssnitt som kommer presentera de föreslagna instruktionerna och tid för utförande."

19. Grafik 19

- a. Följande text visas: Tack för att ni tittade

20. Grafik 20

- a. Text visas som listar vem som har varit involverad i teamen från LFV och IBM.

21. Grafik 21

- a. LFV och IBM logotyper visas mitt på skärmen.