

KORELIUOTŲ SKRYDŽIŲ DUOMENŲ PERDAVIMAS IR VIZUALIZAVIMAS – NAUJI POREIKIAI

Liudas Mašnauskas

Valstybės įmonė „Oro navigacija“

El. p. masnauskas.l@ans.lt

Anotacija. Valstybės įmonė „Oro navigacija“ vykdo projektą „Koreliuotų skrydžių duomenų perdavimo ir vizualizavimo projektą. Projekto uždaviniai numatė šių duomenų perdavimą įvairiems naudotojams. Archyviniai skrydžių duomenys buvo parodyti dviejų ir trijų matmenų žemėlapiuose. Atsiradus naujiems poreikiams buvo suprojektuota programinė įranga, kuri gali parodyti skrydžių duomenis realiu laiku.

Reikšminiai žodžiai: duomenų perdavimas, vizualizavimas, skrydžio duomenys, projektas.

1. Įvadas

VĮ „Oro navigacija“ 2006–2007 metais vykdė „Koreliuotų skrydžių duomenų perdavimo ir vizualizavimo“ projektą. Pagrindinis uždavinys buvo perduoti koreliuotus skrydžių duomenis patobulintai oro eismo srautų vadybos sistemai (ETFMS), rezerviniam Regiono skrydžių valdymo centrui ir parodyti juos iš archyvų 2D ir 3D žemėlapiuose. Šie tikslai buvo pasiekti. Skrydžių duomenų parodymas iš archyvų įgalino operatyviau analizuoti oro erdvės panaudojimą bei oro erdvės naudotojų pretenzijas dėl oro navigacijos mokesčių. Buvo sudaryta galimybė peržiūrėti skrydžius nepriklausomai nuo skrydžių valdymo įrangos. Koreliuotų skrydžių duomenų perdavimas rezerviniam RSVC leido parodyti orlaivius su atpažinimo kodais.

Lietuva yra Europos Sąjungos rytinė siena. Todėl Lietuvos perduodami koreliuoti skrydžių duomenys įgalina ETFMS perskaiciuoti orlaivio skrydžio trajektoriją ir pakoreguoti laikus maždaug penkiolika minučių ankščiau. Paprastai gavus duomenis iš Lietuvos yra atnaujinama vidutiniškai 18% skrydžių trajektorijų. Tai sudaro sąlygas geriau prognozuoti skrydžių valdymo sektorių apkrovimus bei geriau išnaudoti jų pralaidumą. Reikia pažymėti, kad šių duomenų perdavimas įtakoja visos Europos oro erdvės panaudojimą.

Tačiau atsirado nauji poreikiai. Vilniaus oro uostas norėtų matyti oro erdvės situaciją realiu laiku ir žinoti, kada laukti nusileidžiančių orlaivių. Be to, Asterix Cat 062 pranešimų atnaujinimo laikas dabartinėje sistemoje yra 15 sekundžių, kas netinka aerodromo eismo apžvalgos sistemai.

2. Nauji vartotojo reikalavimai ir techninė užduotis

Buvo reikalinga naujai suformuluoti reikalavimus ir techninę užduotį. VĮ „Oro navigacija“ duomenų parodymui naudojo ArcGis programinę įrangą. Paprastam duomenų pateikimui tai per didelė prabanga. Tai rimtas trūkumas. Kitas trūkumas buvo tas, kad orlaivio padėties koordinatėse nėra sekundžių. Rodant orlaivį, žymė juda su šuoliais, nes sekundės yra apvalinamos iki minučių ir

paklaida gaunama iki vienos mylios. Ypač tai pastebima orlaiviui artėjant tūpti. Dar vienas trūkumas buvo tai, kad duomenų atnaujinimo laikas buvo per ilgas. Buvo nutarta orlaivių parodymui realiu laiku naudoti Google Maps; duomenų atnaujinimo laikas turėtų būti penkios sekundės, o padėties koordinatės – su sekundėmis. Taigi pagrindiniai reikalavimai buvo tokie:

- skrydžio duomenų rodymas realiu laiku;
- interneto naršyklė naudojama kaip prieiga;
- skrydžių filtravimas pagal paskirties oro uostą (Vilnius, tranzitas, visi skrydžiai);
- apytikriai paskaičiuotas atvykimo laikas;
- skrydžio trajektorijos parodymas;
- duomenų atnaujinimo laikas – penkios sekundės;
- orlaivio padėties koordinatės tikslumas – sekundės.

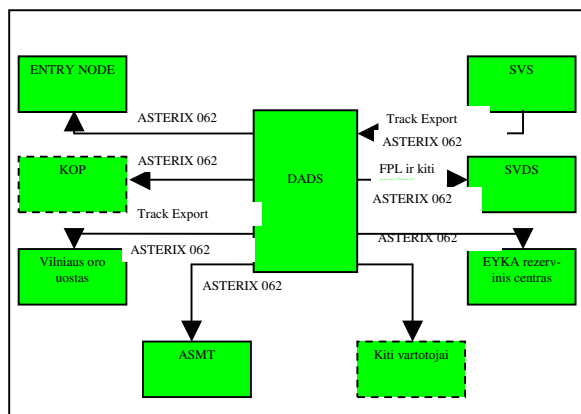
Pagrindiniai skrydžių duomenys, kurie buvo reikalingi, yra pateikti 1 lentelėje:

1 lentelė. Pagrindiniai skrydžių duomenys

Table 1. Main flight data

ASTERIX duomenų laukai	Sistemos duomenys
Data Source Identifier	Duomenų šaltinis
Time Of Track Information	Žymės laiko žymeklis
SystemTrack Number	Radarinės žymės numeris
Callsign	Orlaivio atpažinimo kodas
Type of aircraft	Orlaivio tipas
EOBT	Trinkelio nuėmimo laikas
Calculated Track Position (WGS-84)	Orlaivio padėties koordinatės (WGS-84)
Current flight level	Esamasis skrydžio lygis
Current Altitude	Esamasis skrydžio aukštis
Cleared Flight level	Paskirtasis skrydžio lygis
Ground speed	Greitis žemės atžvilgiu
Controlling sector	Orlaivį valdantis sektorius
Track Mode 3/A	Atsakiklio kodas
ADEP ir ADES	Išvykimo ir atvykimo aerodromai
Registration number	Orlaivio registracijos numeris
Extracted_route	Skrydžio maršrutas
Flight_type	Skrydžio tipas

Taip pat buvo sudaryta nauja duomenų perdavimo schema. Ji pateikta 1 paveiksle:



1 pav. Duomenų perdavimo schema

Fig. 1. Scheme of data transfer

Skrydžių valdymo sistema (SVS) perduoda Asterix cat. 062 pranešimus, kurių atnaujinimo laikas yra penkios sekundės į įmonės duomenų dorojimo sistemą (DADS). Įmonės tinklais šie duomenys toliau perduodami Vilniaus oro uostui, Kauno rezerviniam Regiono skrydžių valdymo centrui ir automatiniam saugos monitorinio įrankiui (ASMT). Numatyta galimybė šiuos duomenis perduoti ir kitiems vartotojams. Pasirinkta struktūra užtikrina visišką skrydžių valdymo įrangos saugumą, nes duomenys iš skrydžių valdymo įrangos teikiami tik į vieną pusę, o toliau saugumą užtikrina įmonės tinklai. Šąsajos yra su vidine įmonės sistema, o ne su skrydžių valdymo įranga.

3. Projekto eiga

Vienas pagrindinių uždavinių buvo modernizuoti skrydžių valdymo įrangą, kad ji perduotų Asterix cat. 062 pranešimus su žymiai didesniu informacijos kiekiu ir greitesniu duomenų atnaujinimo greičiu. Gamintojas pasiūlė Asterix cat. 062 pranešimą su didesniu informacijos kiekiu, negu buvo numatyta techniniuose reikalavimuose. 2 lentelėje pateiktas dekodotas (naudojant RAPS įrankį) Asterix cat. 062 pranešimas.

2 lentelė. ASTERIX Cat 062 pranešimų pavyzdys

Table 2. ASTERIX Cat 062 report example

I062/010[SAC: 046; SIC: 010]
I062/015[Service Identification: 0 (0x00)]
I062/070[TOD: 5030612 (UTC 10:55:01,656 Delay: 73799 ms)]
I062/105[Latitude: 53.926923 deg; Longitude: 20.888566 deg]
I062/100[X: -196.1630 Km; Y: -157.0165 Km]
I062/185[Track Velocity X: 254.25 m/s; Y: 68.75 m/s (calculated)]
I062/060[Mode-3/A (no change): 4511]
I062/040[Track Number: 969]
I062/080[Multisensor track;
Barometric altitude is Most Reliable Height;
Source of altitude for I062/130: 0 (no source);
Tentative track;
Actual track;
Flight plan correlated;
Complementary service used;
Track not resulting from amalgamation process;

MD4: 0 (No Mode 4 interrogation);
MD5: 0 (No Mode 5 interrogation)]
I062/290[Age of last secondary detection : 0.75 s]
I062/200[Mode of Movement: Undetermined Course;
Undetermined Speed; Constant Level]
I062/136[Flight Level: 350.00 FL (measured)]
I062/135[Barometric Altitude (QNH): 350.00 FL (35000 ft)]
I062/220[Rate of Climb: 0.00 feet/minute]
I062/390[SAC: 046; SIC: 010];
Callsign: <AFR1944>;
GAT/OAT: 1 (General Air Traffic);
FR1/FR2: 0 (Instrument Flight Rules);
RVSM: 0 (Unknown);
Normal Priority Flight;
Type of Aircraft: <A320>;
Wake Turbulence Category: 77 (Medium);
Departure Airport: <LFPG>;
Destination Airport: <UUEE>;
Runway Designation: <??>;
Runway Designation: <00 20 e5> (hex
Current Cleared Flight Level: 350.00 FL;
Estimated off-block time; Today 08:50.00]
I062/340[VAL; Last Measured Mode-C: 87.50 FL (8750 ft);
VAL; Mode-3/A: 4511]
I062/SP [LEN:4]

Mėlynai paryškinti duomenys yra svarbūs ETFMS sistemai. Pagal juos yra atnaujinama orlaivio skrydžio trajektorija centriniame oro eismo vadybos vienetė (CFMU). Raudonai paryškinti duomenys yra svarbūs ASMT įrankiui. Reikia pažymėti, kad SVS perduoda visą duomenų srautą, tai yra koreliuotus ir nekoreliuotus duomenis. Koreliuotas tai toks, kai prie radiolokatoriaus žymės yra pririštas skrydžio planas. Šiuo atveju Asterix cat. 062 pranešime yra orlaivio atpažinimo kodas, išskridimo, atsakiklio kodas, paskirties aerodromai, orlaivio tipas ir trinkelio nuėmimo laikas (EOBT). Tuo tarpu nekoreliuotos radiolokatoriaus žymės pranešimas yra kur kas trumpesnis. Šio pranešimo pavyzdys pateiktas 3 lentelėje.

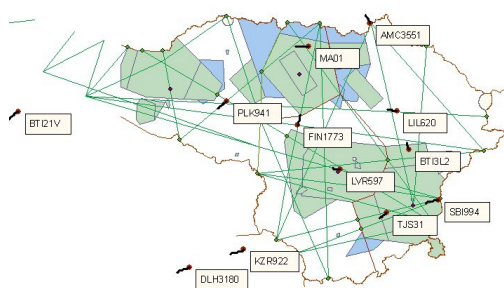
3 lentelė. ASTERIX Cat 062 pranešimo pavyzdys

Table 3. ASTERIX Cat 062 report example

I062/010[SAC: 046; SIC: 010]
I062/015[Service Identification: 0 (0x00)]
I062/070[TOD: 5030573 (UTC 10:55:01,352 Delay: 73792 ms)]
I062/105[Latitude: 51.289179 deg; Longitude: 17.579107 deg]
I062/100[X: -439.3450 Km; Y: -435.5025 Km]
I062/185[Track Velocity X: 232.25 m/s; Y: 72.00 m/s (calculated)]
I062/060[Mode-3/A (no change): 1440]
I062/040[Track Number: 227]
I062/080[Multisensor track;
Barometric altitude is Most Reliable Height;
Source of altitude for I062/130: 0 (no source);
Tentative track;
Actual track;
Not flight-plan correlated;
Complementary service used;

Track not resulting from amalgamation process;
MD4: 0 (No Mode 4 interrogation);
MD5: 0 (No Mode 5 interrogation)]
I062/290[Age of last secondary detection : 0.75 s]
I062/200[Mode of Movement: Undetermined Course; Undetermined
Speed; Constant Level]
I062/136[Flight Level: 370.00 FL (measured)]
I062/135[Barometric Altitude (QNH): 370.00 FL (37000 ft)]
I062/220[Rate of Climb: 0.00 feet/minute]
I062/340[VAL; Last Measured Mode-C: 92.50 FL (9250 ft);
VAL; Mode-3/A: 1440]
I062/SP [LEN: 4]

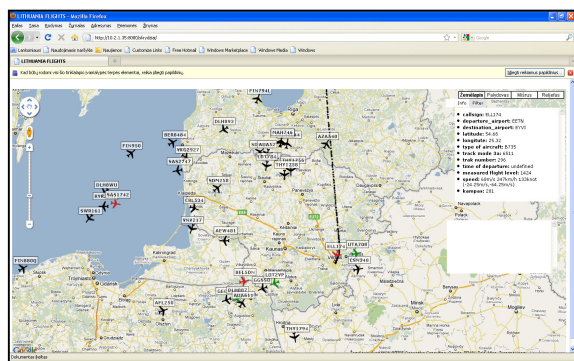
Šiame pranešime nėra orlaivio atpažinimo kodo, orlaivio tipo, išvykimo/paskirties aerodromų ir kitų skrydžio plano duomenų. Tačiau dabar mes turime visą sisteminių žymių (angl. – *System Track*) duomenų srautą. Ankščiau mes turėjome tik koreliuotas sisteminės žymes. Dabartinis duomenų srautas sudarė galimybę pateikti įvairiems vartotojams visą oro eismo situaciją. Prieš tai buvęs oro eismo situacijos vaizdas iš archyvinių skrydžių duomenų pateiktas 2 paveiksle:



2 pav. Archyvinių duomenų atvaizdavimas

Fig. 2. Archival data rendering

Kitame paveiksle yra pateiktas skrydžių duomenų vaizdas realiu laiku, kuris teikiamas Vilniaus oro uostui (3 pav.).



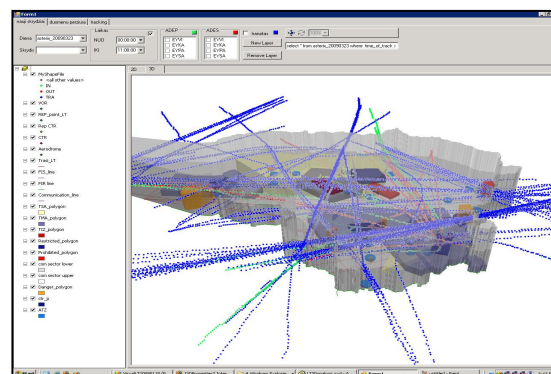
3 pav. Orlaivių parodymas realiu laiku

Fig. 3. Real time display of aircraft

Vilniaus oro uostas turi galimybę matyti oro eismo situaciją. Papildomai yra paskaičiuojamas apytikris orlaivio atvykimo laikas. Tai leidžia oro uostui planuoti orlaivių aptarnavimo tvarką. Apsikeitimas skrydžių duomenimis

leidžia diegti bendrą sprendimų priėmimą (CDM) bei prastinti procedūras.

Orlaivio padėties koordinatės pasidarė tikslesnės. Tai leido duomenis parodyti tiksliau ir be šuolių į šonus. Orlaivių skrydžių trajektorijos 3D žemėlapiuose taip pat tapo lygesnės. Pavyzdys pateiktas 4 paveiksle.



4 pav. Orlaivių skrydžių trajektorijų vaizdas 3D

Fig. 4. Aircraft flight trajectory in 3D image

4 paveiksle matyti Lietuvos oro erdvės elementai: CTR, TMA, TSA, ATZ ir orlaivių skrydžių trajektorijos. Panaudojus ArcGis programinę įrangą ir atitinkamus filtrus galima parodyti trajektorijas įvairiais pjūviais. Pavyzdžiui:

- išskrendantys orlaiviai iš Tarptautinio Vilniaus oro uosto;
- atskrendantys orlaiviai į Tarptautinį Vilniaus oro uostą;
- tranzitu skrendantys orlaiviai.

Šios paprastos funkcijos leidžia analizuoti sektorių apkrovimus, naudojamus skrydžio lygius ir remiantis šiais duomenimis projektuoti oro erdvės elementus, atsižvelgiant į dažniausiai naudojamus skrydžio lygius ir naudotojų pageidavimus.

Galima teigti, kad pagrindiniai tikslai buvo pasiekti:

- sudaryta galimybė parodyti oro eismo situaciją realiu laiku;
- pagerintas orlaivio padėties nustatymo tikslumas;
- duomenų atnaujinimo laikas yra 5 sekundės, kas leidžia juos naudoti aerodromo eismo apžvalgos sistemoje (SMRS);
- sisteminės žymės perduodamos į Kauno rezervinį regiono skrydžių valdymo centrą nenaudojant konvertavimo įrangos.

4. Naujos galimybės

Suprojektuota programinė įranga sudaro galimybes matuoti tarp orlaivių horizontalius ir vertikalinius atstumus. Prognozuojant orlaivio padėtį pagal greičio vektorių galima modeliuoti antžeminių saugos perspėjimo priemonių (angl. – *Safety Nets*) darbą. Tai leistų įvertinti jų algoritmų efektyvumą.

5. Išvados

1. Gausėjant naujų technologijų atsiranda galimybė parodyti skrydžių duomenis realiu laiku, nepaveikiant skrydžių valdymo įrangos saugumo.
2. Archyvinių skrydžių duomenų vizualizavimą galima plačiai taikyti skrydžių vadovų mokymo procese.
3. Trimatis oro erdvės ir orlaivių skrydžių trajektorijos vaizdas suteikia galimybę efektyviai projektuoti oro erdvės elementus.

CORRELATED FLIGHT DATA TRANSFER AND VISUALIZATION – NEW DEMANDS

L. Mašnauskas

Summary

State enterprise “Air navigation” administered the project “Correlated flight data transfer and visualisation”. Project aims determined the usage of this data for various users. Flight data from archives were visualised in 2D and 3D charts. As new demands have emerged a software programme, which can display flight data in real time, was developed.

Keywords: data transfer, visualisation, flight data, project.