Airport Familiarization – bei Anflug GIS

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde der erste Prototyp zur Generierung von „Airport Familiarization-Bildern und -Videos“ mittels eines GIS untersucht, entwickelt, implementiert und validiert. Piloten nutzen diese bei Anflügen aufgenommenen Fotos von Flughäfen kurz vor der Landung, um sich mit den Flughäfen, dem Aussehen der Runways, den Landeprozeduren und dem Gelände vertraut zu machen.

Piloten nähern sich Flughäfen niemals zum ersten Mal. Denn sie bereiten sich mit so genannter Airport Familiarization („Vertraut machen mit dem Flughafen“) auf ihren ersten Landeanflug auf unbekanntes Terrain vor.

Momentan bietet das Unternehmen Jeppesen, das Navigationslösungen zur Flugvorbereitung und -durchführung herstellt und in derem Auftrag die hier besprochene Dilpomarbeit angefertigt wurde, ein Produkt an, das Bilder von Landeanflügen auf Flughäfen abbildet: die Airport Familiarization (kurz Airport Fam). Zusätzlich sind Textinformationen mit den Bildern verfügbar. Die Bilder werden zurzeit beim Anflug auf einen Flughafen manuell aufgenommen und dann für den Druck weiterverarbeitet. Die Piloten nutzen diese Fotos während des Briefings vor dem Anflug, um sich mit dem Flughafen vertraut zu machen. Dieses Vorgehen ist keine Pflicht, wird aber von den Piloten gerne als Orientierung und Hilfestellung bei besonderen Anforderungen, wie zum Beispiel schlechter Sicht, genutzt. Es gibt allerdings eine Reihe von Flughäfen, die von der US-Bundesluftfahrtbehörde (FAA) als so genannte „Special Pilot Qualification Airports“ ausgewiesen werden, die ohne eine solche „Selbsteinweisung“ nicht angeflogen werden dürfen. Im Rahmen der Arbeit wurde das Verfahren auf eine Generierung der verwendeten Bilder durch eine synthetische Ansicht umgestellt. Besonders berücksichtigt wurde die Nutzung von 3D-Geographischen Informationssystemen (3D-GIS). Hintergrund der Umstellung zur Erstellung solcher Bilder und Videos in digitaler Form sind:

- Wetterunabhängigkeit, das heißt Generierung von Bildern in Gebieten, in denen permanent schlechte Sicht vorherrscht
- die Möglichkeit Bilder aus unterschiedlichen Positionen, verschiedenen Anflügen sowie Sichtwinkeln erstellen zu können
- vergleichsweise hohen Kosten der manuellen Herstellung der Airport Fam
- die Tatsache, dass Jeppesen schon mehrere digitale Datenbestände besitzt, die für die Erstellung der synthetischen Airport Fam derzeit keine weiteren Datenkosten verursachen.

Zusätzlich zu den Anforderungen der Integration der Datenquellen zu einem 3D-Modell sollten sich noch verschiedene Si-

Abbildungen: photocase.com, Jeppesen

Vergleich zwischen manuell (links) und synthetisch erzeugtem Bild (rechts).

Erstellungsschema der neuen Airport Fam-Produktlinie.

mulationen wie unterschiedliches Wetter, Sichtverhältnisse oder Tageszeitdarstellungen realisieren lassen.

Ziel der Untersuchungen innerhalb der Diplomarbeit war die Entwicklung einer Software, welche die interaktive Erstellung von Flughafen-Familiarization-Bildern und -Videos erlaubt. Der Anwender des Tools soll die Möglichkeit besitzen, sich innerhalb der 3D-Darstellung des Flughafens sowie dem umgebenden Gelände frei zu bewegen oder voreingestellte Anflüge oder Überflüge auszuwählen und sich auf diesen automatisch zu bewegen. Des Weiteren sollte die Möglichkeit bestehen, die geflogenen Szenen beziehungsweise einzelne „Screenshots“ zur Nutzung als statische Videosequenzen zu exportieren.

Business Case

Die Fotos für das Produkt Airport Familiarization werden zurzeit noch manuell erstellt, was mit hohen Kosten verbunden ist.

Ein weiterer Nachteil der manuell aufgenommen Fotos ist, dass diese nur bei guten Sichtbedingungen erstellt werden können. Es gibt aber einige Flughäfen, in deren Umgebung das ganze Jahr über schlechtes Wetter vorherrscht und somit keine verwertbaren Bilder erstellt werden können. Die hohen Kosten führen dazu, dass die Fotos nur in längeren Zeitabständen erneuert werden. Um die hohen Kosten zu umgehen und Dateninkonsistenzen zwischen den zukünftigen datengetriebenen Produkten und der aktuellen Airport Familiarization entgegenzuwirken, liegt eine Umstellung der Produktlinie auf synthetische Generierung der Bilder nahe. Dies wird unterstützt durch zahlreiche vorhandene Datenbanken, die alle notwendigen Daten zur Erstellung eines synthetisch generierten Produktes liefern und keine zusätzlichen Datenkosten verursachen.

Da Fluggesellschaften immer wieder den Wunsch nach Airport Familiarization mit Videounterstützung äußern, soll in der Applikation auch der Export von Videos möglich sein. Dies können einerseits Übersichtsvideos sein, die den Flughafen in seiner Umgebung zeigen, und andererseits Videos von Landeanflügen auf eine Runway (auch Fehlanflüge). Im letzten Produktionsschritt sollen die digitalen Datenbestände dann direkt auf die Airborne Seite übertragen und im Produkt „Electronic Flight Bag“ (EFB) dargestellt werden. Das EFB ist eine Computer-Plattform, für deren Entwicklung es verschiedene Gründe gab:

- Entwicklung des elektronischen Zeitalters
- mehr und bessere Funktionalität im Cockpit
- Prozessvereinfachung zwischen den Airlines und Jeppesen
- Produktionsvereinfachung und Kostenersparnis

In den letzten Jahren haben viele Airlines die Vorteile des EFB an Bord eines Flugzeuges erkannt. Darum sind heute verschiedene Airlines mit einem EFB ausgerüstet, auf dem sich neben den derzeitigen Airport Fams auch elektronische Karten, Betriebshandbücher für Flugzeug und Crew, Kabinenüberwachung, „Performance, Weight & Balance“ -Kalkulationen und andere Anwendungen befinden.

Airport Familiarization

Beim Vertrautmachen mit An- und Abflug einer Verkehrsmaschine auf einen Flughafen unterscheidet man zwischen „Airport Qualification“ und „Airport Familiarization“. Die „Airport Qualification“ beschreibt einen vorgeschriebenen Prozess, der die Zulassung zum Starten und Landen auf einem Airport festlegt. Die Qualifikation kann mittels einer bildhaften Darstellung oder durch die Einführung durch einen Berechtigten erfolgen. Das darauf basierende Produkt „Airport Qualification Chart“ enthält Anflugbilder von jeder genutzten Landebahn sowie Übersichtsbilder eines Flughafens, topographische Karten und Textinformationen, die folgende Hauptinformationen beinhalten:

- Beschreibungen des Geländes
- markante Objekte
- Beschreibung von Wetterphänomenen
- Instrumentenanflug und dessen Nutzbarkeit
- bestimmte Eigenheiten, die nur auf den beschriebenen Flughafen zutreffen

Piloten benutzen gerne eine bildhafte Darstellung für die Airport Qualification, da die Airport Qualification Charts in den meisten Fällen die typischen Gegebenheiten eines Flughafens sehr genau erläutern und zusätzlich den Piloten Hilfestellung geben. Die Notwendigkeit der Nutzung dieser Karten und deren zusätzlicher Informationsgehalt, der gerade bei schlechter Sicht dem Piloten eine Hilfe ist, führt zu einer großen Karten-Nachfrage. Mittlerweile fordern die Fluggesellschaften diese auch für jene Flughäfen, die nicht zu den Special Qualification Airports gehören. Jeppesen erstellt daher für den Großteil aller Flughäfen weltweit diese Karten, die unter dem Namen Airport Familiarization geführt werden. Diese werden auch nach demselben Standard der Airport Qualification Charts angefertigt. Für ▶

Synthetische Flughafenübersicht (links) und synthetisches Anflugbild (rechts) – Santiago de Chile.

beide Produkte wird folgend nur noch von Airport Familiarization gesprochen.

Virtual Airport Fam

Als Grundlage für die Generierung der Airport Familiarizationbilder und -videos standen verschiedene Datensätze zur Verfügung, die in den unterschiedlichsten Formaten und Datenbanken von Jeppesen oder auch extern vorgehalten werden. Als Datenquellen dienten unter anderem vektorbasierte Flughafen-, Hindernis-, Gelände- und Navigationsdatenbanken sowie Satellitenbilder. Für die Integration aller Datensätze innerhalb eines Systems war es wichtig, diese in einen einheitlichen Raumbezug zu bringen. Grundlage dafür war das „World Geodatic System 1984“ (WGS84). Während der Integration der verschiedenen Datensätze stellte sich heraus, dass die Geländedaten sowie die Satellitenbilder in ihrer Ausgangsform nicht verwendet werden sollten, da die Qualitätsgüte nicht den Anforderungen entsprach und ein Abbild der Realität teilweise verfälschte. Die Angleichung der Histogramme verschiedener Satellitenbilder mit unterschiedlicher Auflösung stellte ein weiteres Problem dar, das ebenfalls mit Mitteln der digitalen Bildverarbeitung zufriedenstellend, wenn auch nicht perfekt gelöst werden konnte. Die Datengüte sowie der jahreszeitliche Aufnahmezeitpunkt der unterschiedlichen Satellitenbilder spielen hierbei die entscheidenden Faktoren, ob ein gutes Ergebnis erreicht wird.

Durch die Geländedaten und Satellitenbilder konnte bereits ein sehr realistisches 3D-Modell dargestellt werden. Für die Generierung von Videos und Aufnahmen im Nahbereich des Flughafens reichte die Detailgenauigkeit der Luftbilder nicht aus. Die Tatsache, dass außerdem bisher nur 2D-Daten auf das 2,5D-Gelände projiziert wurden, machte das Hinzufügen von präzisen Vektordaten im Flughafenbereich und die Darstellung von 3D-Gebäuden notwendig. Die Flughafenvektordaten liegen in einer Datenbank vor und können sofort auf das Gelände gemappt werden. Diese Datenbank besitzt auch Vektordaten von Gebäudegrundrissen, die als Grundflächen der Gebäude dienten. Da keine Höheninformation für die Gebäude vorlagen und in diesem Fall auch nicht mit photogrammetrischen Mitteln berechnet werden konnten, wurden je nach Gebäudekategorie typische Höhenwerte für Flughafengebäude angenommen. Um Hindernisdaten darstellen zu können, wurden relevante Hindernisse in der Datenbank identifiziert und deren Positionskoordinaten sowie Höhenangaben für eine 3D-Hindernis-Bibliothek genutzt. Die Erstellung der Hindernisobjekte sowie das Angleichen der Satellitenbilder wurden manuell durchgeführt. Um alle anderen Datensätze möglichst automatisch zusammenzuführen und dem Benutzer verschiedene Erstellungsoptionen mitzugeben, wurde auf dem GIS eine Erweiterung implementiert, die die relevanten Daten aus einer Dummy-Datenbank (lokal) in das GIS lädt und als Projekt abspeichert. Der Benutzer wird von einem Projektassistenten durch den Arbeitsablauf geführt und kann beim Integrieren der einzelnen Datensätze verschiedene Parameter zur Generierung der Daten im GIS anbringen: zum Beispiel die Parameter zum Extrudieren und Texturieren der Gebäude, Steuerparameter zur Verbesserung der Geländedaten oder die Regelung der Farbgebung der Vektordaten. Die bis zu diesem Schritt generierte 3D-Szene bildet ein sehr gutes Abbild der Realität. Um die Flughafenszene aber noch realistischer wirken zu lassen, fehlt eine umgebende, unendlich weit weg liegende Szenerie,

SkyDome über einer Flughafenszene.

Flughafenzene (San Francisco) mit OpenGL-Effekten.

die eine natürliche Umgebung simuliert. Bei der Benutzung von computergrafischen Bibliotheken spricht man hier von einer Himmelskuppel (SkyDome), einer Himmelsbox (SkyBox) oder einer Himmelskugel (SkySphere). Die SkyDome eignet sich besonders gut, da keine komplett umgebende Szenerie (unterhalb des Modells) benötigt wird und sie leichter als eine SkyBox zu handhaben ist. Der reale Horizont wirkt beim Blick in die Ferne diesig und schwammig. Diesen durch die Atmosphäre hervorgerufenen Effekt galt es zusätzlich zu simulieren, damit eine perfekte Illusion der realen Welt gegeben ist. Die virtuelle Atmosphäre konnte ebenfalls über computergrafische Methoden umgesetzt werden.

Aus der fertigen 3D-Szenerie können nun im GIS Bilder aus verschiedenen Positionen und Blickwinkeln durch einfaches Drehen und Neigen des Modells erstellt und exportiert werden. Um sich in definierten Entfernungen im Modell mit der Kamera zur Runway zu positionieren, und um einen An- oder Abflugpfad zu generieren, wurden aus der Jeppesen Navigationsdatenbank verschiedene Anflugspfade berechnet, die dann als Kamerapfad genutzt werden können. Aus den Kamerapfaden können dann auch einzelne Positionen als Kamerastandpunkt für die Erstellung eines Bildes herausgesucht und als Bookmark gespeichert werden. Das Speichern der Kamerapfade ist ebenfalls möglich. Ein berechneter Kamerapfad kann im GIS beliebig oft abgespielt und schließlich als beispielhafter Anflug als Video exportiert werden. Das Erstellen von Übersichtvideos wurde durch Rotieren der ganzen Szene um die eigene Achse oder des Rotierens der Kamera bewerkstelligt. Der spätere Übergang der digitalen Datenbestände ins Cockpit (EFB) erforderte noch eine Überführung der Daten in die dafür vorgesehene Datenbank. Im letzten Produktionsschritt kann der Export der Daten mit der GIS-Erweiterung durchgeführt werden.

Zusammenfassung – Ausblick

Das Ziel der Arbeit, den aktuellen Erstellungsprozess zur Generierung der Airport Familiarization-Fotos zu ersetzen und auf ein synthetisches Verfahren umzustellen, ist als gelungen zu betrachten. Im Zuge des Projekts wurde eine der ersten synthetischen Lösungen zur Generierung der Airport Fam-Bilder vorgestellt und auf Grundlage einer 3D-Visualisierungssoftware aus dem GIS-Sektor implementiert. Die Grundlage für die Umsetzung lieferten dabei Ansätze aus der Geoinformatik sowie der digitalen Bildverarbeitung. Zusätzlich zu den Basisanforderungen des Produktmanagements konnte noch eine Wunschanforderung – die Generierung von Anflugvideos – umgesetzt werden.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Mittel der Geoinformatik beziehnungsweise das Nutzen eines GIS von Vorteil sind, um mit den Geodaten ein 3D-Modell in einem einheitlichen Raumbezug zu erstellen und Geodaten nach Qualität und Quantität analysieren und bei Bedarf auch verändern zu können. Dennoch wird aber auch die Möglichkeit computergrafischer Bibliotheken benötigt, um einerseits das Real-Time-Rendering technisch umzusetzen, andererseits aber auch spezielle Effekte (SkyDome) oder Dynamik hinzuzufügen, um die Flughafenszenen realistischer zu machen.

Der Vergleich zwischen den manuell und synthetisch generierten Bildern zeigt, dass es möglich ist, ein sehr realitätsnahes Abbild zu schaffen und somit diese Bilder zu ersetzen. In einigen Regionen können sogar bessere Bilder generiert werden oder die Situation wirkt klarer, da man unabhängig von Wetter und Sicht ein Bild erstellen kann.

Neben den Bildern können Videos eine Hilfe bei der Interpretierbarkeit der Flughafenumgebung sein und einen Eindruck von erfolgreich oder auch nicht erfolgreich durchgeführten Landeanflügen bieten. Durch die Realisierung von tageszeitlichen Effekten, Wettersimulationen oder dynamischen Objekten wächst die Visualisierungssoftware zu einer virtuellen, dynamischen Simulation und kann zusätzlich auch als Trainingssoftware für Piloten dienen. Die aktuell generierten Szenerien könnten in eine eigenständige Trainingssoftware geladen werden und dort als Datengrundlage dienen.

Bisher vorangetriebene Entwicklungen wurden innerhalb eines Forschungsprojektes durchgeführt und prototypisch umgesetzt. Die Ergebnisse überzeugten das Produktmanagement soweit, dass die Produktion mit einem synthetischen Ansatz nur noch eine Frage der Zeit ist. Um die Akzeptanz der neuen Karten zu testen, wurden einige Beispieldatensätze in die Produktlinie aufgenommen, um bis jetzt sehr schlechte oder noch nicht vorhandene Airport Qualification Charts zu ersetzen.

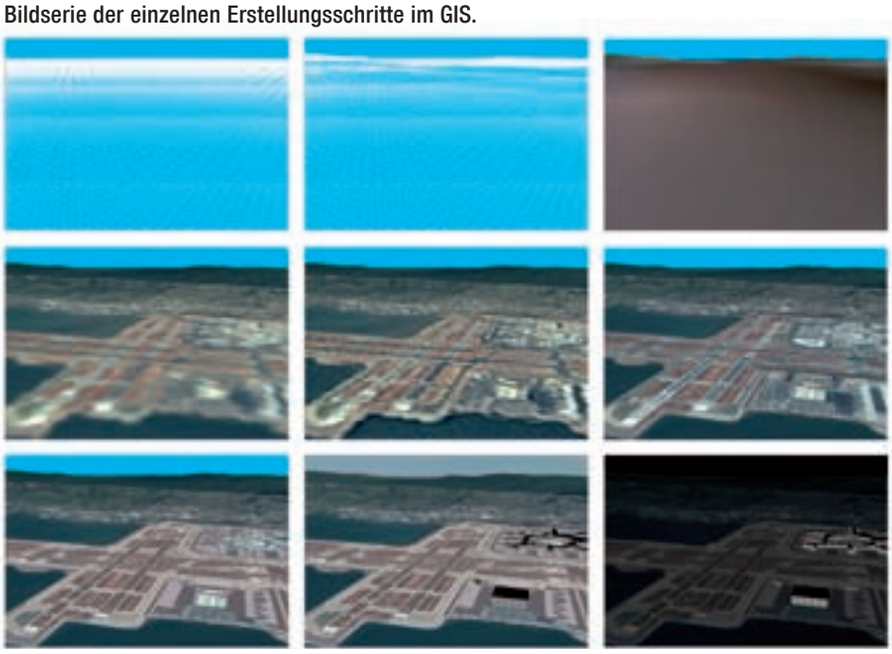
Die virtuelle Airport Familiarization transportiert mit synthetischer Sicht (Mittel der Computergrafik) den Informationsgehalt der Realität, dargestellt von der Simulation (digitales Bild und Video), auf das Papier und ersetzt so die manuelle Prozedur der Generierung. Jeppesen ist nun in der Lage mit der Applikation „real-time-gestützt“ Bilder und Videos zu erstellen und in eine virtuelle Welt einzutauchen. ■

AUTOR :

Nico Zimmer
Dipl.-Ing. (Fh) für Geoinformatik

Software Engineer
Jeppesen GmbH
Frankfurter Straße 233
63263 Neu-Isenburg

Bildserie der einzelnen Erstellungsschritte im GIS.



Abbildungen: Jeppesen