

特別講演

パイロットへの情報提示と VR

野嶋琢也

Information presentation method for pilot using virtual reality technology

Takuya NOJIMA

Abstract - It is said that the history of powered flight begin with the Wright Flyer. However, that was one of the dangerous vehicles at that time because of lack of knowledge about human performance in the sky. Since then, many efforts have been made for these hundred years to take over the problem. Then, airplanes become one of the safest vehicles. Many research fields such as aerodynamics, engine, material, etc. contributes for progress of flight safety. Above all, the information display technology and the flight simulation technology are the technology that directly affects the pilot themselves. In this lecture, the relationship between these technology and virtual reality, their history and the future will be talked.

Keywords : airplane, virtual reality, flight display, haptic, tactile, simulator

1. はじめに

動力飛行の世界は一般に約100年前のライト兄弟より始まったとされているが、当初は危険な乗り物であった。技術そのものが未成熟であったことも影響しているが、何よりも、「空」という空間は人間にとって未知のものであり、その空間における人間の特性、その空間で必要とされる能力に関する理解が十分でなかったことが大きい。

この100年の間、多くの人間の努力により飛行技術は向上し、また、人間の特性についても大幅に理解が進んだ。その結果、現在では飛行機の安全性は飛躍的に向上し、誰もが気軽に飛行機を利用できるものとなっている。航空機の安全性向上には、言うまでもなく空力やエンジン、材料など様々な技術が寄与しているが、パイロットへ直接影響を及ぼすものとしては、操縦システム、特にパイロットへの情報提示装置と、フライトシミュレータによる訓練を挙げることができよう。

パイロットへの情報提示装置、とは、コックピット内部の計器類のことである。これらは飛行に関する情報をいかにしてわかりやすくパイロットに対して伝えるか、ということを中心として研究され、現在ではその色や空間的な配置などに至るまで一定の基準が存在する。そしてシミュレータは、計算機内部で生成されたバーチャルな飛行に関する各種の情報を、現実と等価となるようにパイロットに対して提示するものである。動力飛行の黎明期には現在のようなシミュレータは存在しなかったが、技術の発展とともに、可能な限り現実に近い飛行情報(含感覚情報)をいかにしてパイロットに提示するか、ということが追求されてきた。つまり両者とも、パイロットの持つ感覚をいかに利用して、必要な情報を提示するか

とすることを追求して発展してきており、そこには現在 Virtual Reality(VR)の分野で活用されている数多くの感覚情報提示技術が関係している。

本講演では、航空機の情報提示システムならびにフライトシミュレータに着目し、その変遷と現状を通じて情報の提示と VR について概括する。

2. 航空機情報提示システム

近年の航空技術のめざましい発展に伴い、パイロットが処理すべき情報が飛躍的に増大してきた。パイロットは専門的な訓練を積んでいるとは言え、一定時間の間に処理可能な情報には限界があることから、航空計器における情報の適切な取捨選択と表示の研究が行われ、現在のような計器の種類と配置が開発されてきた(図 1)。



図 1 飛行機の操縦計器(例)

Fig. 1 The sample of cockpit instruments

パイロットに提示される情報量としてはコックピット内部の計器の数が一つの目安となりうる。例えばジャンボ機の実称で知られる Boeing 社の 747 シリーズの場合、747-400 以前の旧モデル(747-100,747-200B,747-300)では 971 個もの計器が存在した。しかし計算機能力の向上、人間特性に関する理解の向上により、コックピット内部の計器数を大幅に削減することが可能となり、現在主流の 747-400(1985 年)では 365 個にまで減少している[1]。

しかしそれでもなお、パイロットの視覚情報処理能力

は飽和に近づいているという指摘もあり[2], 文字やシンボル, 色のような視覚情報のみならず, 人間のもつ感覚を可能な限り利用して情報提示を行うという機運が高まっている[2][3]. 例えば McGrath らは, ヘリコプタの操縦指令を皮膚感覚を通じてパイロットに提示するシステムを開発している[3]. 力覚を通じた情報の入出力も注目されており[4], 操縦桿の操舵反力を用いた操縦保護装置なども提案されている[5]

3. フライトシミュレータ

航空の黎明期には現在で言うところのフライトシミュレータは存在せず, 訓練は実際の機体のみで行われた. 1910年頃はまず経験者の飛行に同乗し, そして地上走行の訓練, 地上滑走からジャンプの訓練, 徐々にジャンプの距離を延ばし,最後に離陸という手順を踏んだと言う. その後1920年頃にLINK トレーナが開発され, 本格的なシミュレータ時代に突入していった[6]. しかし, 当時はまだ計算機が十分発達しておらず, 映像表示装置も未発達のため, 機体周辺の風景を描画・提示することができなかった. そのため, シミュレータを使った訓練も夜間の計器飛行, つまり機体周辺の映像を必要としない状況に限定されていた.

その後映像表示装置の発展により, シミュレータでもコックピットの窓からの映像を描画できるようになった. パイロットに対して現実に近い感覚情報を表示することが可能となったことから, 訓練におけるシミュレータの利用も広まってきた. しかし現在とは異なり, 1970年頃までは映像生成のためにジオラマ式と呼ばれる手法が利用されていた. 実際に空港周辺のジオラマを製作し, 機体の運動にあわせてジオラマの上をカメラを移動させるというものである. シミュレータの映像表示装置には, このカメラからの映像を表示していた. いわばテレイグジスタンス方式のシミュレータと呼ぶことが出来よう.

その後計算機の発達に伴い, コンピュータ内部で映像を生成することが可能となり, 現在のようなシミュレータが実現されるに至った(図2). 映像表示能力の向上に伴い, シミュレーションの模擬度合いと訓練の自由度が飛躍的に向上したことから, 近年では一定の条件[8]を満足したシミュレータであれば, 実際の飛行機による訓練をシミュレータの訓練で代用することが認められている.



図2 研究用フライトシミュレータ

Fig. 2 The flight simulator for research purpose

ある程度成熟期に入ったと考えられるシミュレータであるが, 特にパイロットへの加速度感覚の提示につい

ては課題が指摘されている. 現在のシミュレータでは物理的な制限により, 現実の機体で生じる加速度をそのまま提示することは不可能であることから, 人間特性に基づいた近似が行われている. しかし現時点では加速度感覚の提示品質に関する評価が曖昧であることから, 国際民間航空機関(ICA)を中心に, シミュレータの加速度感覚提示装置に関する基準作りが進行している[9][10].

また, フライトシミュレータはそのエンターテインメント性により, ゲームとして利用されることも多い. その場合には高度な加速度感覚提示装置の利用は難しいことから, 視覚刺激を利用した速度感覚の増強という研究も提案されている[11]

4. まとめ

本講演では航空機の計器, そしてシミュレータの歴史を顧みながら, パイロットに対する情報提示手法とVRについて紹介し, 今後の展望について概括した.

参考文献

- [1] http://www.boeing.com/commercial/747family/pf/pf_facts.html
- [2] Veen H., Erp J.: Tactile Information Presentation in the Cockpit, Proceedings of the First International Workshop on Haptic Human-Computer Interaction, pp.174-181, 2000.
- [3] McGrath B., et al: Tactile Situation Awareness System Flight Demonstration Final Report, USAARL Report No.2004-10, 2004.
- [4] Frank O. Flemisch, et al.: The H-Metaphor as a Guideline for Vehicle Automation and Interaction, NASA TM-2003-212672, 2003.
- [5] 野嶋, 他: Open Loop Fly-By-Wire 機におけるプロテクションに関する研究, 第45回飛行機シンポジウム予稿集, 1B3, pp.423-427, 2007.
- [6] Michael Lansdaal, et al.: The History of Commercial Simulators and the Boeing 777 Systems Integration Lab, AIAA MSTC, AIAA-2004-5150, 2004.
- [7] 若色, 他: 研究開発用飛行シミュレータの開発, 第41回飛行機シンポジウム予稿集, 2B4, 2003.
- [8] Federal Aviation Regulation, Part 121, Sec. H121
- [9] Sunjoo K. Advani, et al: Objective Motion Fidelity Qualification in Flight Training Simulators, AIAA MSTC, AIAA-2007-6802, 2007.
- [10] Toshimasa Hagiwara, et al: Evaluating an objective method for motion cueing fidelity, AIAA MSTC, AIAA-2008-6542, 2008.
- [11] 雑賀, 他: 周辺視ディスプレイを用いたフライトシミュレータにおける移動感の増強, 第12回日本バーチャルリアリティ学会大会, pp.259-260, 2007.