

AVALIAÇÃO DE APRENDIZADO DO SISTEMA DE TREINAMENTO DE PILOTOS

⁺Rodrigo L. S. Silva e ⁺Alexandre C. B. Ramos.

⁺Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.
Av. BPS, 1303. Bairro BPS. 37500-903. Itajubá. MG.
Tel. 035 3629 1428. Fax. 035 3629 1120.

{rodrigo,ramos}@unifei.edu.br

Abstract – *This paper describes a concept to promote pilot skills and performance evaluation via Pilot Training System – PTS. The first objective is to provide means to aid computer based pilot training. A case study has been developed, using the ERJ145 groundschool training system, covering from common procedures to operational instabilities and emergencies manouvers. The full system presents the operations manual and some process instability simulations developed using multimedia and rule-based production systems, allowing the pilot to work interactively with the tutoring system in a simulation of real world situation.*

Keywords – *Training Evaluation, Pilot Training, Artificial Intelligence and Multimedia Systems.*

Resumo - *Este trabalho apresenta uma proposta para avaliação de aprendizado em um Sistema de Treinamento de Pilotos – STP. Sua finalidade é fornecer subsídios para auxiliar no desenvolvimento de sistemas de treinamento baseado em computador. Um estudo de caso é apresentado para o treinamento de pilotos para a aeronave ERJ145 abrangendo desde procedimentos de rotina até manobras operacionais realizadas a partir da cabina de controle durante instabilidades. O sistema completo, além de apresentar os manuais de operação do processo a partir de Hipertextos, também deve permitir a visualização de situações de instabilidades utilizando animações desenvolvidas com recursos de Multimídia e Sistemas Baseados em Regras de Produção, permitindo ao piloto agir interativamente com o sistema tutor de modo a simular atitudes tomadas durante uma operação real.*

Palavras chave - *Avaliação de Aprendizado, Treinamento de Pilotos, Inteligência Artificial e Sistemas Hiperímia.*

1 Introdução

Existe atualmente uma onda de intensificação do treinamento de pilotos de aeronaves em todo o território nacional devido, entre outras coisas, à grande expansão da frota aeroviária e ao aumento da concorrência entre as empresas aéreas. Tudo isto leva à necessidade de melhorar a qualidade do treinamento dos pilotos, aumentar a competitividade da empresa e a segurança dos vôos, maximizar os lucros e minimizar acidentes.

Tanto durante procedimentos de rotina quanto durante operações anormais, o piloto de uma aeronave deve agir de maneira rápida, sistemática e eficiente, visto que quanto maior a gravidade da situação, menor o tempo para a tomada de decisões para correção da mesma, sendo que uma atitude errada pode colocar em risco a aeronave e seus integrantes. Assim, o conhecimento e a rapidez de raciocínio do piloto humano constituem um fator fundamental para a correção de instabilidades operacionais, apesar de toda a tecnologia dos sistemas e dispositivos eletrônicos das aeronaves.

Nesse contexto, o treinamento de pilotos tem exigido, há muito tempo, uma atenção especial por parte das empresas aeronáuticas. Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, tanto no sentido de aprimorar o treinamento de pilotos [01 a 06] quanto na avaliação do seu aprendizado [07 a 10].

2 Rotinas operacionais e seus procedimentos

Normalmente uma cabina de controle de uma aeronave, vide fig. 1.0, possui um sistema residente de gerenciamento de alarmes que, através de sinais sonoros ou visuais, dá ciência ao piloto de quais variáveis de controle da aeronave saíram do seu limite normal de operação.



Figura 1.0 - Interior da cabina de controle de uma aeronave.

Entretanto observa-se que estes não favorecem pilotos com pouca experiência na atuação dos controles, nem fornecem nenhum tipo de base de conhecimento de instabilidades já ocorridas e suas respectivas correções de modo a fornecer subsídios para sua solução.

Uma das abordagens que tem apresentado resultados satisfatórios é a diagnose automática de falhas em processos de tempo real a partir dos Processadores Inteligentes de Alarmes - PIA, estes fornecem aos usuários do sistema uma análise dos múltiplos alarmes associados a um problema do sistema e a identificação do problema particular que causou os alarmes [05 e 06].

Entretanto a utilização de PIAs indica algumas limitações importantes, tanto tecnológicas quanto políticas, principalmente nos seguintes casos:

1. A base de conhecimento de um PIA nunca possui todo o conhecimento existente a respeito de um processo, podendo existir várias situações imprevistas que tornariam o sistema inútil, e
2. Os pilotos com pouca experiência no processo podem tornar-se demasiadamente dependentes de sistemas automáticos de diagnose de faltas, tornando seu conhecimento restrito e limitando sua capacidade de generalizar procedimentos para situações não previstas.

Para as limitações do caso 1, existem pesquisas no sentido de ampliar a capacidade de generalização do PIA utilizando-se técnicas avançadas nas áreas de Inteligência Artificial, Redes Neurais, Lógica Nebulosa etc. essas técnicas tem permitido um progresso parcial, entretanto ainda há muito que pesquisar.

Nas limitações do caso 2, objeto do presente trabalho, a solução lógica repousa na avaliação do treinamento dos pilotos nos procedimentos operacionais de cada sistema com o qual irá trabalhar, de modo verificar sua eficiência e eficácia, otimizando o tempo

dedicado ao treinamento, minimizando erros humanos e prejuízos tanto ao meio ambiente, quanto financeiros.

3 Avaliação do Treinamento

Todo treinamento baseia-se na necessidade de realizar uma melhora no desempenho na atuação de acordo com os procedimentos já existentes ou em novos procedimentos. Durante o processo treinamento, normalmente pilotos novatos são treinados (e avaliados) por pilotos experientes que procuram assim, elevar o desempenho dos primeiros em uma direção particular ou mesmo, para estes possam sair de parâmetros inaceitáveis para a empresa.

A avaliação é o processo de determinar se as mudanças no desempenho do treinamento estão de acordo com o planejado. A avaliação fundamenta-se na medição, o que faz necessário encontrar um meio de garantir que o que se imagina que acontece, realmente acontece. Também envolve o julgamento de valores, por exemplo, de uma seqüência de operações em relação à outra ou mesmo, operações não previstas.

Em sistemas críticos e de tempo real, como é o caso das aeronaves, a avaliação do treinamento ganha importância devido à própria natureza desses sistemas. Um procedimento mal realizado pode resultar em severos prejuízos humanos e materiais para as empresas, fazendo inclusive com que elas saiam do negócio, nesse contexto pode-se citar o desastre com a aeronave da PanAm nos céus do Reino Unido e o desastre do Concorde na França.

Sendo assim, nesses tipos de sistemas, tudo deve ser avaliado, desde o material instrucional passando pela qualificação dos professores e equipe de planejamento do curso até estado inicial do conhecimento dos estudantes a respeito do assunto do curso, bem como o conhecimento após o treinamento.

No presente projeto foi adotado o modelo proposto por [07], para a avaliação do treinamento. Nesse modelo são abordados os seguintes aspectos:

1. Reações do estudante: compõe o nível mais baixo da avaliação. Nesta etapa devem ser respondidas perguntas do tipo: “*Qual a importância...* e “*Qual a utilidade...*”;
2. Aprendizado: esse aspecto engloba os testes de conhecimentos de procedimentos operacionais dos pilotos nos diversos sistemas;
3. Comportamento: neste caso, do estudante após o treinamento, no desempenho normal de suas tarefas;
4. Resultados: estes se referem aos benefícios do treinamento para a empresa, por exemplo, se após o treinamento de todos os pilotos foi detectado uma redução no tempo

de espera na saída das aeronaves, considerando que uma hora de atraso pode custar US\$ 10,000, os benefícios são reais;

5. Benefícios sociais: no topo dos aspectos da avaliação, os benefícios sociais relacionados ao treinamento fornecem subsídios para fortalecer a imagem da empresa.

4 Avaliação no Projeto Sistema de Treinamento de Pilotos - STP

O Sistema de Treinamento de Pilotos – STP foi proposto inicialmente para ser utilizado por pilotos de qualquer nacionalidade, sendo que os tutoriais e testes foram inicialmente desenvolvidos em língua inglesa.

O sistema de avaliação do STP foi projetado com o objetivo de avaliar pilotos independentemente de sua nacionalidade ou idioma. Nesse ponto, ocorre o problema do idioma, haja vista a necessidade de treinamento, em inglês, de um piloto com idioma natal diferente (não nativo em inglês) problema bem descrito na literatura e, que, se por um lado, sugerem a comunicação no idioma natal do piloto, [08], para evitar sobrecarga de trabalho, por outro sugerem a criação de dialetos, [09], com conjuntos restritos de palavras (inglês técnico específico).

Um outro problema, também relacionado ao idioma, juntamente com aspectos culturais, refere-se ao fato de que o modelo de raciocínio de um piloto brasileiro provavelmente difere bastante do modelo de raciocínio de um piloto chinês, sendo assim, como avaliar o comportamento de ambos?

A partir das dificuldades descritas anteriormente deu-se início ao projeto do Sistema de Avaliação do STP, que utiliza padrões de operações corretas pré-definidas no projeto, isto é, dada uma determinada operação, qualquer piloto deverá seguir certo número de passos para executar esta operação.

Todas as ações do piloto na interação com a cabina, bem como os resultados destas interações, são enviadas a um computador externo pela porta de comunicação serial e, após devidamente convertidas e interpretadas, armazenadas em um banco de dados juntamente com a informação do tempo gasto pelo piloto na interação com o simulador. Sendo assim, o banco de dados contém os seguintes dados: código do piloto, código da operação que o piloto deve realizar, o código da chave acionada e o tempo da operação em segundos, conforme pode ser observado no modelo de comunicações do STP representado na fig. 2.0.

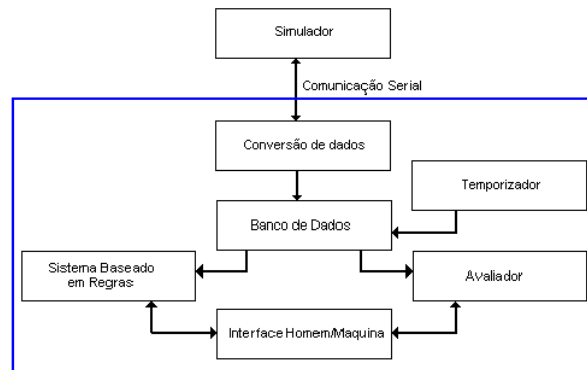


Figura 2.0 – Modelo de comunicações do STP.

Uma vez armazenados, estes dados são utilizados para fornecer informações a respeito do desempenho do piloto durante determinada simulação, estas informações ficam disponíveis após cada simulação podendo ser observadas tanto pelo aluno quanto pelo professor basicamente de duas formas:

1. Listagem, contendo todas as interações realizadas para uma determinada operação e o tempo gasto para completar a simulação; e
2. Gráficos, contendo o tempo gasto para a realização da operação.

Visto que o tempo gasto para a realização da operação é de importância fundamental para a solução do problema simulado [06], os resultados das interações do piloto com o simulador são comparados com um padrão ótimo, que é o resultado da média aritmética dos tempos de todos os pilotos que já treinaram aquela determinada operação. Assim é possível avaliar a rapidez e a quantidade de acionamentos com que o piloto resolveu o problema.

Acionamentos indevidos, isto é, o acionamento de atuadores que não fazem parte do procedimento padrão pré-definido pelo fabricante da aeronave; podem não contribuir, ou até dificultar ainda mais, a solução do problema, esses acionamentos também são contabilizados, por exemplo:

1. Acionamento de um atuador errado (chave, botão, potenciômetro etc.) e que resulta em aumento da dificuldade de solução do problema, por exemplo, após o desligamento de da bomba “A”, de combustível, o piloto desligou a bomba “B” deixando a aeronave sem suprimento de combustível para as turbinas;
2. Acionamento de um atuador inútil e que apesar de não interferir na gravidade da situação, também não contribui para a solução do problema, por exemplo, durante o procedimento de partida da aeronave, o piloto acende as luzes do compartimento de cargas.

Durante a simulação, todo acionamento de atuador que não consta do procedimento padrão esperado para a solução do problema é considerado acionamento indevido. O procedimento de interpretação dos acionamentos é representado no seguinte algoritmo:

1. Recebe o `cód_acion`;
2. Se `cód_acion == cód_tab_acion_padrão[i]`,
Então `acionamento == correto`;
3. Senão
 - a. Se `cód_acion == cód_tab_aci_errado[i]`,
Então `acionamento == erro`;
 - b. Senão `acionamento == indevido`.

Em outras palavras, uma vez detectado o acionamento, verifica-se a sua existência em uma tabela de acionamento padrão e se existir na tabela é considerado acionamento correto, senão verifica-se a sua existência em uma tabela de atuadores errados para aquela determinada operação, se o acionamento existir na tabela é considerado acionamento errado, senão é considerado acionamento indevido.

5 Conclusão

Este trabalho apresentou uma aplicação de um sistema de avaliação do desempenho do piloto existente em um Sistema Tutor Inteligente para o Treinamento de Pilotos - STITP, de modo a viabilizar o treinamento de pilotos da Aeronave ERJ145 em manobras operacionais realizadas a partir da cabina de controle durante operações normais, instabilidades operacionais, paradas e partidas da aeronave.

Atualmente foi desenvolvido um protótipo de STITP. Sua utilidade reside no treinamento de pilotos em terra (groundschool) sendo assim sua cabina não se movimenta, visto não ser o movimento fator preponderante no treinamento [11].

A estratégia de avaliação apresentada tem mostrado ser satisfatória para a solução do problema, entretanto nota-se a necessidade de se disponibilizar estas avaliações para o piloto em tempo-real de modo a possibilitar que o piloto redirecione sua lógica de atuação.

Além do mais, especificamente no caso de pilotos novatos, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias compensatórias, visto que o padrão de qualidade utilizado para comparar os tempos dos pilotos tende a ficar cada vez mais curto, dificultando assim o alcance deste padrão, podendo ser desestimulante para o aluno.

O projeto do simulador atualmente encontra-se em fase de integração, conforme apresentado na fig. 3.0. Até o presente momento observou-se um grande interesse, por parte dos pilotos de aeronaves no desenvolvimento do sistema e obteve-se alguns testemunhos de

sua utilidade bem como da necessidade do desenvolvimento de novos métodos de treinamento.



Figura 3.0 - Aspecto do protótipo do simulador do sistema para treinamento de pilotos.

6 Referências Bibliográficas

- [01] Small, R. L., Lakoswske, S. D., Breese, J. and Callejo, G. - "A Future Direction in Pilot Training". *Virtual International Aviation Training Symposium. – VIATS*. Disponível no site <http://www.viats.org/papers/session5d2.htm> em 21/01/2004.
- [02] Fox, M. A. - "Meeting The Global Need For Qualified Civil Aviation Personnel Through International Cooperation: An Icao Perspective". *Virtual International Aviation Training Symposium. – VIATS*. Disponível no site <http://www.viats.org/id14.htm> em 21/01/2004.
- [03] Filho Pereira, A. J. and Filho Cardoso, R. R. - "Civil Aviation Training in Brazil". *Virtual International Aviation Training Symposium. – VIATS*. Disponível no site <http://www.viats.org/id14.htm> em 21/01/2004.
- [04] Ryder, J., Santarelli, T. et all. - "Comparison of Cognitive Model Uses in Intelligent Training Systems". *Proceedings of IEA2000/HFES2000*, pp-2-374 to 2-377. Santa Mônica: Human Factors Society.
- [05] Ramos, A. C. B. et all - "Treinamento de Pilotos Utilizando Sistemas Tutores Inteligentes". *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente – IVSBAI*. São Paulo, 1999.
- [06] Ramos, A. C. B. et all - "Uma Aplicação Hipermídia Inteligente para Treinamento de Pilotos". *Anais do Congresso de Tecnologia, Telecomunicações e Informática – CONTENIN*, 1999, PR.
- [07] MacLeod, N. "Evaluating Training Effectiveness". *CAT*, pp-18 to 21. Vol 8. Issue 1, 1997.

- [08] Noble, C. “Nonnative English Speaking Pilots’ Workload in L1 and L2 Airspace”. *Virtual International Aviation Training Symposium*. – VIATS. Disponível no site <http://www.viats.org/id14.htm> em 21/01/2004.
- [09] Greaves, S. – “Aspects of Technical English”. *Virtual International Aviation Training Symposium*. – VIATS. Disponível no site <http://www.viats.org/papers/session5d1.htm> em 21/01/2004.
- [10] Iqbal, A., Oppermann, R. et al. – A Classification of Evaluation Methods for Intelligent Tutoring Systems”. *Proceedings Software-Ergonomie 1999 – Design von Informationswelten*, pp-169 to 181.
- [11] Go, T. H., Bürki-Cohen, J. and Soja, N. N. – “The Effect of Simulator Motion on Pilot Training and Evaluation”. *Proceedings of AIAA-2000-4296*.

7 Agradecimentos

O desenvolvimento deste trabalho foi possível graças ao projeto de Parceria e Inovação Tecnológica com Empresas – PITE, proc. No. 98/11160-7, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.