Technische Grundlagen der Flugverkehrskontrolle

Von TryEngineering - www.tryengineering.org

Im Mittelpunkt dieser Lektion

Im Mittelpunkt dieser Lektion stehen die technischen Grundlagen von Flugverkehrskontrollsystemen. Die einzelnen Schülerteams befassen sich mit den Prinzipien der Radarerkennung und -ortung und mit der Kompilierung technischer Ausrüstungen, um Daten bereitzustellen, die Fluglotsen bei der Aufrechterhaltung sicherer Abstände zwischen Flugzeugen helfen, gleichzeitig aber auch einen effizienten und flugplanmäßigen Start- und Landebetrieb gewährleisten. Bei der Arbeit in den einzelnen Teams bewerten die Schüler und Schülerinnen für ein virtuelles Flugverkehrskontrollsystem erzeugte Daten und erarbeiten einen Plan zum sicheren Lotsen von drei Flugzeugen durch einen bestimmten Luftraum. Dann empfehlen sie bestimmte technische Verbesserungen am gegenwärtigen System.

Zusammenfassung dieser Lektion

In der Lektion „Technische Grundlagen der Flugverkehrskontrolle" werden die Konstruktionsgrundlagen und technischen Prinzipien von Radar- und Flugverkehrskontrollsystemen untersucht. Die Schüler und Schülerinnen erkunden, wie Radar- und Computertechnologien zur effizienten Bereitstellung wichtiger Daten für Fluglotsen genutzt werden. Sie arbeiten als Ingenieurteam, das ein heute übliches Flugverkehrskontrollsystem auswertet. Weiterhin fungieren sie als virtuelle Fluglotsen und entwickeln anschließend Richtlinien für eine Verbesserung der technischen Schnittstelle zwischen dem Radarsystem und dem Fluglotsen.

Altersstufen

11-18.

Ziele

- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Radar lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die technologischen Grundlagen der Flugverkehrskontrolle lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die Systemtechnik lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Erwartete Ergebnisse zum Vorteil der Lernenden

Als Ergebnis dieser Aktivität sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis der folgenden Konzepte entwickeln:

- Radar- und Flugverkehrstechnologie
- Problemlösung
- Teamarbeit

Aktivitäten dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen lernen, wie die Konstruktions- und sonstigen Prinzipien, die Radar- und Flugverkehrskontrollsystemen zugrunde liegen, sich auf den Reisebetrieb ausgewirkt haben. Sie arbeiten in Teams, um Radar- und Computertechnologien zu analysieren und zu verwenden und ein heute übliches Flugverkehrskontrollsystem auszuwerten. Weiterhin fungieren sie als virtuelle Fluglotsen und entwickeln anschließend Richtlinien für eine Verbesserung der technischen Schnittstelle zwischen dem Radarsystem und dem Fluglotsen.

Ressourcen/Materialien

- Ressourcendokumente für Lehrer (liegen bei)
- Schülerarbeitsblätter (liegen bei)
- Ressourcenblätter für Schüler (liegen bei)

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- Air Traffic Simulator (www.atcsim.nasa.gov/)
- NASA Future Flight Design (https://www.nasa.gov/audience/foreducators/5-8/features/F_Future_Flight_Design.html)
- Air Traffic Control System Command Center (www.fly.faa.gov/flyfaa/usmap.jsp)
- Listen to live air traffic controllers (www.liveatc.net/topfeeds.php)
- International Civil Aviation Organization (www.icao.int)

Literaturempfehlungen

- Fundamentals of Air Traffic Control (ISBN: 0534393888)
- Organizational Simulation (Wiley Series in Systems Engineering and Management) (ISBN: 0471681636)

Weiterführende Idee

Für fortgeschrittene Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe II ist die Microsoft-Flugsimulationssoftware zu empfehlen (www.microsoft.com/games/pc/flightsimulatorx.aspx).

Optionale Schreibaktivitäten

- Schreibe einen Aufsatz oder Absatz darüber, wie die technischen Entwicklungen bei der Flugverkehrskontrolle sich deiner Meinung nach auf die Weltwirtschaft ausgewirkt haben. Denke daran, dass mehr Menschen und mehr Frachtgut effizienter reisen bzw. transportiert werden können.

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

Hinweis: Alle Unterrichtspläne dieser Serie sind mit den vom National Research Council veröffentlichten und von der National Science Teachers Association unterstützten *National Science Education Standards* (Lernziele in den Naturwissenschaften) und darüber hinaus mit den *Standards for Technological Literacy* (Standards für technische Bildung) der International Technology Education Association oder den *Principles and Standards for School Mathematics* (Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht) des National Council of Teachers of Mathematics abgestimmt.

◆Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht

Zahlen- und Rechenstandard
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Ein Verständnis von Zahlen, der Möglichkeiten zur Darstellung von Zahlen, der Verhältnisse zwischen einzelnen Zahlen und von Zahlensystemen.
- Die Fähigkeit zum selbstständigen Rechnen und Durchführen von vernünftigen Schätzungen.

Verbindungsstandard
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Ein Verständnis dafür, wie mathematische Ideen zusammenhängen und aufeinander aufbauen, um ein einheitliches Ganzes zu erzeugen.
- Erkennen und Anwenden von Mathematik in außerhalb des Mathematikunterrichts liegenden Kontexten.

◆National Science Education Standards, 5. bis 8. Klasse (10-14 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten
- Verständnis wissenschaftlicher Erkundungen

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft
Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Bewegungen und Kräfte

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie
Als Ergebnis von Aktivitäten in den Klassenstufen 5-8 sollten alle Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Fähigkeiten zu technologischen Designs
- Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft

◆National Science Education Standards, 9. bis 12. Klasse (14-18 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten
- Verständnis wissenschaftlicher Erkundungen

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Fähigkeiten zu technologischen Designs
- Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Wissenschaft und Technologie angesichts örtlicher, nationaler und globaler Herausforderungen

◆Standards für technische Bildung – alle Altersstufen

Wesen der Technologie

- Standard 1: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Eigenschaften und des Wirkungskreises von Technologie entwickeln.
- Standard 2: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Kernkonzepte der Technologie entwickeln.
- Standard 3: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Beziehungen innerhalb verschiedener Technologien und der Verbindungen zwischen Technologie und anderen Studiengebieten entwickeln.

Technologie und Gesellschaft

- Standard 4: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen von Technologie entwickeln.
- Standard 6: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Rolle der Gesellschaft bei Entwicklung und Gebrauch von Technologie entwickeln.

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

Design

- Standard 9: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Konstruktionsdesigns entwickeln.
- Standard 10: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Funktion der Fehlersuche, der Forschung und Entwicklung, von Erfindungen und Innovationen und der Experimentierung bei der Problemlösung entwickeln.

Fähigkeiten für eine technologische Welt

- Standard 12: Die Schüler und Schülerinnen müssen Fähigkeiten zur Verwendung und Instandhaltung von technischen Produkten und Systemen entwickeln.
- Standard 13: Die Schüler und Schülerinnen müssen Fähigkeiten zur Beurteilung der Auswirkungen von Produkten und Systemen entwickeln.

Die geplante Welt

- Standard 17: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von informations- und Kommunikationstechnologien sowie die Fähigkeit zu deren Auswahl und Nutzung entwickeln.
- Standard 18: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Transporttechnologien sowie die Fähigkeit zu deren Auswahl und Nutzung entwickeln.

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

In der Lektion „Technische Grundlagen der Flugverkehrskontrolle" werden die Konstruktionsgrundlagen und technischen Prinzipien von Radar- und Flugverkehrskontrollsystemen untersucht. Die Schüler und Schülerinnen erkunden, wie Radar- und Computertechnologien zur effizienten Bereitstellung wichtiger Daten für Fluglotsen genutzt werden. Sie arbeiten als Ingenieurteam, das ein heute übliches Flugverkehrskontrollsystem auswertet. Weiterhin fungieren sie als virtuelle Fluglotsen und entwickeln anschließend Richtlinien für eine Verbesserung der technischen Schnittstelle zwischen dem Radarsystem und dem Fluglotsen.

◆ Lektionsvorgaben

- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Radar lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die technologischen Grundlagen der Flugverkehrskontrolle lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die Systemtechnik lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Teamarbeit lernen.

◆ Materialien

- Ressourcenblatt für Schüler
- Schülerarbeitsblätter
- Internet- oder Computerzugang (PC oder MAC; aktuelle Browser werden empfohlen)

◆ Verfahren

1. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder als Hausaufgabe des vorausgegangenen Abends zum Lesen aufgegeben werden. Bilden Sie Gruppen zu 2-3 Schülern, die als „Ingenieurteam" arbeiten sollen.
2. Nachdem sich die Schüler und Schülerinnen Grundlagenkenntnisse über die Konstruktionsdetails und die Technologien angeeignet haben, die von Fluglotsen genutzt werden, werden sie im Team zusammenarbeiten, um virtuell die Flugverkehrskontrolle über Sektor 33 in den Vereinigten Staaten zu übernehmen. Mithilfe eines NASA-Simulators (www.atcsim.nasa.gov) werden die Schüler und Schülerinnen Strecken- und/oder Geschwindigkeitsänderungen planen, um drei Flugzeuge so zu staffeln, dass sie den Flughafen Modesto, Kalifornien (MOD) in einer Entfernung von jeweils drei Seemeilen voneinander anfliegen. Außerdem spielt der Zeitfaktor eine wichtige Rolle: Das letzte Flugzeug muss so bald wie möglich landen, und die Flugzeuge dürfen sich zu keinem Zeitpunkt auf eine Entfernung von weniger als zwei Seemeilen annähern.

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer:
Ressourcen für Lehrer (Fortsetzung)

3. Die Schüler und Schülerinnen besprechen und entwickeln einen Plan, um Route und Geschwindigkeit des ihnen zugeteilten Flugzeugs festzulegen.
4. Anschließend setzen die Gruppen ihre Pläne um und versuchen sich am Simulator. Jedes Team hat vier Versuche, das Problem zu lösen; die einzelnen Geschwindigkeiten werden in einer Tabelle aufgezeichnet.
5. Jede Schülergruppe bewertet die eigenen Ergebnisse und trifft sich dann als Ingenieurteam, um über Verbesserungen zu sprechen, die sie in die aktuelle Schnittstelle zwischen dem Radarsystem und dem Fluglotsen einbauen würden. So könnten sie sich beispielsweise über die Kriterien Gedanken machen, die bei der Entscheidung angelegt werden, welches Flugzeug zuerst landen sollte. Würden sie das Flugzeug mit den meisten Passagieren oder mit dem geringsten Kraftstoffvorrat empfehlen, oder aber dasjenige mit besonders vielen Fluggästen, die ihre Anschlussflüge nicht verpassen dürfen?
6. Daraufhin füllen die Teams ein Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblatt aus und tragen der Klasse ihre Pläne zur Verbesserung des Flugverkehrskontrollsystems vor.

◆ Benötigte Zeit
Zwei bis drei 45-Minuten-Sitzungen

◆ Problemlösungsstrategien
In der Lektion „Technische Grundlagen der Flugverkehrskontrolle" verwenden die Schüler und Schülerinnen ein virtuelles Radarsystem, das Informationen über Fluggeschwindigkeit, Wetterprobleme und verfügbare Routen bereitstellt. Die Teams müssen durch proportionales Denken zu Entscheidungen gelangen und Konflikte lösen, wie sie in realistischen Flugverkehrskontrollsituationen mit drei Flugzeugen auftreten können. Die jedem Problem innewohnende Herausforderung besteht darin, die Flugzeuge sicher und im richtigen Abstand zueinander an einem bestimmten Flugzeugrouten-Kreuzpunkt zu staffeln, dies jedoch in möglichst kurzer Zeit. Dann werden die Ingenieurteams auf der Grundlage ihrer Erfahrungen mit dem aktuell konstruierten System Verbesserungen bzgl. Sicherheit und Effizienz der Flugverkehrskontrolle empfehlen. Bei der Entwicklung dieser Verbesserungen müssen sie wirtschaftliche Fragen wie auch Sicherheitsaspekte berücksichtigen.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource für Schüler: Technologie von Flugverkehrskontrollsystemen

◆ Flugverkehrskontrolle: eine Erklärung

Die Flugverkehrskontrolle (nach dem englischen Begriff „Air Traffic Control" auch als „ATC" abgekürzt) ist ein von bodengestützten Fluglotsen erbrachter Dienst, wobei diese die Flugzeuge sowohl am Boden als auch in der Luft dirigieren. Die Hauptaufgabe eines Fluglotsen besteht im Separieren (Staffeln) bestimmter Flugzeuge, um zu verhindern, dass diese einander zu nahe kommen. Dazu wird eine Lateral-, Vertikal- und Längsstaffelung verwendet. Zu den sekundären Aufgaben gehören die Sicherstellung eines geordneten und zügigen Verkehrsflusses und die Bereitstellung bestimmter Informationen, z. B. Wetter- und Navigationsdaten sowie die sog. NOTAMs (Notices to Airmen).

◆ Technologie macht den Unterschied aus

Ein Teil des Flugverkehrs wird zwar auf Sichtbasis geregelt, doch kommen bei Flugverkehrskontrollsystemen auch zahlreiche Technologien zum Einsatz. Zur Verbesserung der „Situational Awareness" (Situationsbewusstsein) der Fluglotsen innerhalb des ihnen zugewiesenen Luftraums wird Primär- und Sekundärradar eingesetzt, weil alle Arten von Flugzeugen ein Primärecho von verschiedener Größe auf die Bildschirme der Lotsen zurückwerfen, wenn Radarenergie von ihrem Rumpf abprallt. Mit Transpondern ausgerüstete Flugzeuge reagieren auf Sekundärradar-Abfragen, indem sie mit ihrer Kennung, ihrer Flughöhe und/oder einem eindeutigen Rufzeichen antworten. Auch bestimmte Witterungsverhältnisse können auf einem Radarschirm angezeigt werden. Diese Eingaben, die den Daten anderer Radaranlagen hinzugefügt werden, werden zueinander in Beziehung gesetzt, damit die Luftlage erstellt werden kann. Auf den Radarspuren werden einige grundlegende Prozesse angezeigt – so werden z. B. die Geschwindigkeit über Grund und der missweisende Steuerkurs berechnet. Bei modernen Betriebsanzeigesystemen sind den Fluglotsen auch andere Korrelationen mit elektronischen Flugplänen verfügbar.

◆ So funktioniert Radar

Radar ist ein System, das elektromagnetische Wellen zur Feststellung der Reichweite, Flughöhe, Richtung oder Geschwindigkeit sowohl in Bewegung befindlicher als auch unbewegter Objekte wie Flugzeuge, Schiffe, Kraftfahrzeuge, Wettergebilde und des Terrains verwendet. Ein Sender sendet Funkwellen aus, die vom Zielobjekt reflektiert und von einem Empfänger erkannt werden, der sich gewöhnlich am

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

gleichen Ort wie der Sender befindet. Das zurückgesandte Funksignal ist zwar gewöhnlich sehr schwach, kann aber mit einfachen Mitteln verstärkt werden. Radar wird in vielen Situationen eingesetzt, etwa bei der meteorologischen Erkennung von Niederschlägen, bei der Flugverkehrskontrolle, bei der Feststellung von Geschwindigkeitsüberschreitungen durch die Verkehrspolizei und vom Militär. Der 1941 geprägte Begriff RADAR ist die Abkürzung für „Radio Detection and Ranging" (Funkortung und Abstandsmessung). Diese in den USA entstandene Abkürzung ersetzte die bis dahin gebräuchliche britische Abkürzung RDF („Radio Direction Finding").

◆ Entfernungsmessung
Eine Methode zur Messung der Entfernung zu einem Objekt besteht im Aussenden eines kurzen Funksignalimpulses (elektromagnetische Strahlung); dann wird gemessen, wie lange es dauert, bis dessen Reflexion wieder am Ort der Aussendung ankommt. Der Abstand ist die Hälfte des Produkts der Umlaufzeit (weil das Signal den Weg zum Zielobjekt und zurück zum Empfänger zurücklegen muss) und der Signalgeschwindigkeit. Da Funkwellen sich mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen (186.000 Meilen bzw. 300.000.000 Meter pro Sekunde) setzt eine präzise Entfernungsmessung elektronische Hochleistungsgeräte voraus. Eine weitere Form des zur Entfernungsmessung verwendeten Radars basiert auf der Frequenzmodulation. Ein Frequenzvergleich zwischen zwei Signalen ist – selbst bei Gebrauch einer älteren elektronischen Ausrüstung – wesentlich genauer als die Zeitmessung von Signalen. Durch die Veränderung der Frequenz des zurückgesandten Signals und einen Vergleich mit der ursprünglichen Signalfrequenz lässt sich der Unterschied einfach messen. Diese Methode kann beim Dauerstrichradar (CW-Radar) verwendet werden und ist häufig Teil von Flugzeug-Radarhöhenmessern.

◆ Globale Radardeckung
Da Flugverkehrszentren einen großen Luftraum kontrollieren, verwenden sie in der Regel Langstreckenradar mit der Fähigkeit, Flugzeuge zu erkennen, die sich innerhalb von 200 Seemeilen (370 km) von der Radarantenne befinden. Im System der Vereinigten Staaten werden in größeren Höhen über 90 % des US-Luftraums von Radar (und häufig von mehreren Radarsystemen) erfasst. Ein solches Zentrum benötigt möglicherweise mehrere Radarsysteme, um den ihm zugewiesenen Luftraum abzudecken. Dies hat zur Folge, dass dem Fluglotsen beträchtliche Datenmengen zur Verfügung stehen. Als Reaktion darauf wurden Automatisierungssysteme entwickelt, die die Radardaten für den Fluglotsen konsolidieren. Durch diese Konsolidierung werden doppelte Radarrücksendungen vermieden, und es wird sichergestellt, dass der beste Radar für jede geografische Region die benötigten Daten liefert und diese in einem effektiven Format darstellt. Einige Flugsicherungsdienste (z. B. Airservices Australia, Alaska Center usw.) implementieren derzeit im Rahmen ihrer Überwachungsfunktionen ein Automatic Dependent Surveillance-

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource für Schüler: Technologie von Flugverkehrskontrollsystemen (Fortsetzung)

Broadcast-System (ADS-B). Diese neue Technologie kehrt das herkömmliche Radar-Konzept um. Anstatt durch Abfragen des Transponders per Radar ein Zielobjekt zu suchen, sendet das ADS die Position des Flugzeugs mehrere Male pro Sekunde. ADS-Systeme sind auch in anderen Betriebsarten einsetzbar, z. B. im „Contract"-Modus, in dem das Flugzeug seine Position auf der Basis eines vordefinierten Zeitintervalls meldet. Das ist wichtig, weil dieses System verwendet werden kann, wenn die Infrastruktur für ein Radarsystem ungeeignet ist (z. B. über Wasser). Computergesteuerte Radar-Displays werden jetzt so konstruiert, dass sie auch ADS-Eingaben aufnehmen. Mit der weiteren Entwicklung dieser Technologie werden meeresgestützte ATC-Verfahren modernisiert, damit sie alle Vorteile dieser Technologie umsetzen können.

◆ Globale Aspekte

Das „Global Air Traffic Management (GATM)" ist ein Konzept, das bei der satellitenbasierten Kommunikation, der Navigation, der Überwachung und dem Flugverkehrsmanagement zum Tragen kommt. Die Federal Aviation Administration und die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation, eine Sonderbehörde der Vereinten Nationen, einigten sich auf die sog. GATM-Standards, um angesichts des immer dichter gedrängten weltweiten Luftraums ein sicheres und effektives Reisen in Flugzeugen zu gewährleisten. Weltweit finden Bemühungen um eine Implementierung neuer Technologien statt, die eine wirkungsvolle Unterstützung der Fluglotsen durch GATM ermöglichen werden. Die ADS-B-Initiative von Airservices Australia ist eines der bedeutendsten Umsetzungsprogramme auf diesem Gebiet.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Schülerarbeitsblatt: Gebrauch von Radar für ATC

Ihr seid ein Team von Ingenieuren, denen die Aufgabe gestellt wurde, die heutig übliche Flugverkehrskontroll- (ATC)-Technologie auszuwerten, indem ihr sie selbst verwendet, und Konstruktionsänderungen zu empfehlen, die die ATC sicherer und effizienter machen könnten.

◆ Vorbereitungsphase

1. Lest die verschiedenen Informationsblätter für Schüler durch.

◆ Forschungsphase

1. Nachdem sich euer Team nun ein Verständnis der von Fluglotsen verwendeten technischen Ausrüstungen und Technologien verschafft hat, werdet ihr im Team daran arbeiten, die Flugleitung in Sektor 33 der Vereinigten Staaten virtuell zu übernehmen. Mithilfe des NASA-Simulators auf www.atcsim.nasa.gov werdet ihr Strecken- und/oder Geschwindigkeitsänderungen planen, um drei Flugzeuge so zu staffeln, dass sie beim Anflug auf Modesto, Kalifornien (MOD) in einem Abstand von 3 Seemeilen fliegen. Außerdem spielt der Zeitfaktor eine wichtige Rolle: Das letzte Flugzeug muss so bald wie möglich landen, und die Flugzeuge dürfen sich zu keinem Zeitpunkt auf eine Entfernung von weniger als zwei Seemeilen annähern.
2. Trefft euch im Team und entwickelt einen Plan, um Route und Geschwindigkeit des jeweils zugeteilten Flugzeugs festzulegen.

◆ Simulatorphase

1. Setzt jetzt eure Pläne in die Tat um und versucht euch am Simulator. Euer Team hat vier Versuche, um das Problem zu lösen. Tragt die vier Geschwindigkeiten, mit denen ihr das Problem gelöst habt, in der folgenden Tabelle ein:

	Benötigte Zeit	Strategie	Beobachtungen
Versuch 1			
Versuch 2			
Versuch 3			
Versuch 4			

◆ Auswertungs-/Empfehlungsphase

1. Beurteilt dann die Ergebnisse eures Teams und besprecht, welche Veränderungen an der derzeitigen Schnittstelle zwischen dem Radarsystem und dem Fluglotsen euer „Ingenieurteam" empfehlen würde. Vielleicht habt ihr geglaubt, noch weitere Informationen zu brauchen, um entscheiden zu können, welches Flugzeug langsamer oder schneller fliegen muss, oder vielleicht habt ihr euch andere Programme gewünscht, die von Software-Ingenieuren so programmiert werden könnten, dass das ATC sicherer oder effizienter funktionieren würde. Beispiel: Hätte es euch geholfen zu wissen, wie viel Kraftstoff in einem Flugzeug verbleibt?
2. Füllt ein Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblatt aus und tragt der Klasse eure Pläne zur Verbesserung des Flugverkehrskontrollsystems vor.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Schülerarbeitsblatt: Auswertung

◆ Auf diesem Arbeitsblatt könnt ihr die Ergebnisse eures Teams bei der Lektion „Grundlagen der Flugverkehrskontrolle" bewerten:

1. Was war die schnellste Geschwindigkeit eures Teams bei der Lösung des gestellten Flugverkehrskontrollproblems? Wie gut war dieses Ergebnis im Vergleich zur besten Geschwindigkeit der anderen Teams in eurer Klasse?

2. Welche Verbesserungen an der Radarschnittstelle sollten die Ingenieure nach Ansicht eures Teams in Betracht ziehen? Welche Probleme würden diese technischen Verbesserungen eurer Meinung nach lösen? Füllt das folgende Formular aus:

Am vorhandenen System festgestelltes Problem	Vorgeschlagene technische Verbesserungen
1.	
2.	
3.	

3. Die in Rechen- und Datensystemen verwendete Software und Hardware wird häufigen Konstruktionsänderungen unterzogen. Gebt ein paar Beispiele für derartige Veränderungen in den letzten Jahren in eurem Klassenzimmer oder eurer Schule an. Welche Probleme versuchten die Ingenieure eurer Meinung nach, mit dem neuen Design zu lösen?

4. Besprecht im Team, wie die Menschen eurer Meinung nach reisen würden, wenn die gesamten unterstützenden Technologien und Konstruktionen nicht mehr zur Verfügung stünden. Beschreibt, wie sich eine Reise quer durch euer Land in Bezug auf Zeit, Kosten und Komfort anders darstellen würde.

5. Auf welche andere Weise könnte man den Flugverkehr kontrollieren? Berücksichtigt den Einsatz von globalen Positionsbestimmungssystemen, einfachen visuellen Kontrollmechanismen und anderen Methoden. Welches System bzw. welche Kombination aus heute gebräuchlichen Systemen haltet ihr für besonders sicher?

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.