

S01 // Elektroauto

Composite, Observer, Adapter

Ein Elektroauto hat zwei Batterien B01 und B02. Zu Simulationszwecken wird eine Batterie als Matrix (L: 100, B: 20, H: 10) mit den Zeichen [0,1] dargestellt. Jede Batterie besteht aus vier Hauptzellen (L: 100, B: 5, H: 10). Jede Hauptzelle besteht aus fünf Unterzellen (L: 20, B: 5, H: 10). Initial sind beide Batterien geladen und alle Zeichen sind 1. Pro Sekunde werden 1000 Zeichen 1 einer Unterzelle verbraucht (0). Ein Sensor beobachtet kontinuierlich die beiden Batterien und zeigt die verbleibende Energie in Prozent an. Die verbleibende Energie in Prozent ist das Verhältnis der Zeichen 1 zu 0 beider Batterien. Die Status (i) > 80%: grün, (ii) >= 60% und <= 80%: gelb, (iii) >= 30% und < 60%: orange, (iv) 0% und < 30%: rot werden unterschieden. Das Elektroauto hat 2 Pole und die Ladestation hat 4 Pole. Die Pole 1 und 3 übertragen das Zeichen A. Die Pole 2 und 4 übertragen das Zeichen B. Das zusammengesetzte Zeichen AB ergibt eine 1. Pro Sekunde fließen je Pol der Ladestation 500 Zeichen zum Elektroauto. Die Ladestation beobachtet kontinuierlich den Ladevorgang. Sobald beide Batterien B01 und B02 zu 100% geladen sind, stoppt der Ladevorgang.

S02 // Goldmine 01

Bridge, Mediator, COR

Zu Simulationszwecken wird ein zu sprengendes Gesteinsmassiv als Matrix (L: 1000, B: 1000, H: 1000) mit 1 Mrd. Elementen und Zeichen aus dem Pool [A, B, C, G, X] dargestellt. Die Matrix wird zufällig mit den Zeichen befüllt. Die Wahrscheinlichkeit für das Zeichen G ist 1% (0.01). Durch die Sprengung werden Blöcke (i) 100x100x100, (ii) 50x50x50 und (iii) 10x10x10 erzeugt. Für die Sprengung existieren die Varianten E01 und E02. E01 erzeugt zwischen 30% bis 45% (zufällig bestimmt) Blöcke (iii). E02 erzeugt zwischen 40% bis 70% (zufällig bestimmt) Blöcke (iii). Für die Verladung der Blöcke auf einen LKW steht eine Anlage mit 6 Fächern zur Verfügung. Jedes Fach hat eine Kapazität von maximal 2 Mio. Zeichen. Nach der Sprengung werden die Blöcke zufällig ausgewählt und auf die Fächer verteilt. Der Prozess der Zuordnung stoppt, wenn zum 10. Mal ein ausgewählter Block nicht einem Fach zugeordnet werden konnte. Ein LKW kann maximal 10 Mio. Zeichen transportieren. Die Fächer der Anlage sind so zu öffnen, dass die vorhandene Kapazität eines LKW maximal genutzt wird. Die Fächer werden geöffnet, der LKW mit den Blöcken beladen, die Fächer werden geschlossen und neu befüllt. Ein nicht befüllter LKW wird der Anlage zugeführt und der Prozess beginnt erneut. Der Prozess der Verladung endet, wenn alle Blöcke durch LKW abtransportiert wurden. Ein LKW bringt die Blöcke zu einer Verarbeitungseinheit. Die Verarbeitungseinheit hat für jede Größe eines Blocks eine definierte Produktionslinie (PL01, PL02 und PL03). PL01 ist verantwortlich für die Blöcke mit der Größe 100x100x100. Für die Zerkleinerung stehen PL01 die Verfahren X01 und X02 zur Verfügung. X01 zerkleinert einen Block 100x100x100 in 8 Blöcke 50x50x50, die Weiterverarbeitung erfolgt durch PL02. X02 verkleinert einen Block 100x100x100 in 1000 Blöcke der Größe 10x10x10, die Weiterverarbeitung erfolgt durch PL03. PL02 ist verantwortlich für die Blöcke mit der Größe 50x50x50. PL02 zerkleinert einen Block der Größe 50x50x50 in 125 Blöcke der Größe 10x10x10, die Weiterverarbeitung erfolgt durch PL03. PL03 speichert die 1 Mio. Blöcke in einem zentralen Speicher für die Weiterverarbeitung.

Aus einem zentralen Speicher mit 1 Mio. Blöcke der Größe 10x10x10 werden sukzessive je 1000 Blöcke entnommen und weiterverarbeitet. Durch eine chemische Substanz wird ein Block in eine Zeichenkette der Länge 1000 umgewandelt. Die chemische Substanz wird dargestellt mit fünf Zeichen K und vermischt sich mit der existierenden Zeichenkette zu einer neuen Zeichenkette mit 1005 Zeichen. Nach dem chemischen Prozess findet die Weiterverarbeitung in zwei Produktionslinien PL01 und PL02 statt. Zeichenketten der Länge 1005 ohne dem Zeichen G werden in PL01 weiterverarbeitet. PL01 filtert die fünf Zeichen K aus der Zeichenkette und führt diese wieder dem Produktionsprozess zu. PL02 verarbeitet Zeichenketten der Länge 1005 mit dem Zeichen G. Zunächst werden die fünf Zeichen K aus der Zeichenkette herausgefiltert und dem Produktionsprozess zugeführt. Die 1000 Zeichenkette mit der Länge 1000 werden einer Zentrifuge zugeführt. Die Zentrifuge nutzt nachfolgend aufgeführte Filter (i) A oder B, (ii) C oder X und (iii) G. Jede Sekunde wird eine Zeichenkette aus 50000 zufällig ausgewählten Zeichen aus dem Inhalt der Zentrifuge gebildet und sukzessive durch die Filter bearbeitet. Beispielsweise beinhaltet die zugeführte Zeichenkette zu Filter (ii) nicht mehr die Zeichen A und B. Jeder Filter hat einen Container für die Sammlung der Zeichen. Ein Sensor beobachtet kontinuierlich den Inhalt der Zentrifuge. Sobald keine Zeichen mehr in der Zentrifuge vorhanden sind, stoppt der Prozess.

S04 // Goldmine 03

Der Container mit den Zeichen G wird aus Sicherheitsaspekten von einem Roboter zur Schmelze transportiert. Der Roboter wird über die Kommandos forward, backward, left, right, up, down, take und put gesteuert. Die Kommandos forward, backward, left, right, up und down enthalten als Parameter die Dauer des Vorgangs in Sekunden. Beispielsweise würde sich mit dem Kommando forward(1) der Roboter eine Sekunde nach vorne bewegen. Zu Simulationszwecken werden folgende Kommandos abgesetzt: forward(2), left (1), forward(2), right(2), up(2), take, down(2), backward(2), left(2), up(2), put. Der Roboter wird von einem Mitarbeiter E01 oder E02 über eine Konsole bedient. Zwecks Authentifizierung wird von einem Lesegerät an der Konsole der Fingerabdruck eingelesen und mit dem gespeicherten Referenz-Fingerabdruck verglichen. Der Fingerabdruck wird dargestellt als Matrix (L: 50, B: 50) mit Zeichen aus dem Pool [0,1]. Der Index der Matrix beginnt oben links mit 0 und endet unten rechts mit 2499. Bei dem Fingerabdruck von Mitarbeiter E01 ist der Wert 1 bei einem Index gesetzt, sofern der Index ein Primzahl-Palindrom ist – ansonsten der Wert 0. Beispielsweise ist bei dem Index 13 eine 1 gesetzt, da 13 ein Primzahl-Palindrom ist. Bei dem Fingerabdruck von Mitarbeiter E02 ist der Wert 1 bei einem Index gesetzt, sofern der Index zu einem Primzahl-Zwilling gehört – ansonsten der Wert 0. Beispielsweise ist bei den Indizes 3 und 5 eine 1 gesetzt. Die Schmelze wird kontinuierlich von einem zentralen Kontrollcenter beobachtet. Sobald der Container mit den Zeichen G der Schmelze zugeführt wurde, erhält das Kontrollcenter eine Benachrichtigung und durch das Kommando Start wird die Schmelze gestartet. Es werden vier Typen (L,H,B) (i) 3x3x2, (ii) 2x2x2, (iii) 2x1x1 und (iv) 1x1x1 bei den Goldbarren unterschieden. Beispielsweise sind 18 Zeichen G für die Herstellung eines Goldbarrens vom Typ 1 notwendig. Die Anzahl der Goldbarren vom Typ (iv) sind zu minimieren.

Goldbarren werden in einem Tresor gelagert. Der Tresor verfügt über je ein Lesegerät für eine Karte und einen Fingerabdruck. Der Fingerabdruck wird dargestellt als Matrix (L: 50, B: 50) mit Zeichen aus dem Pool [0,1]. Der Index der Matrix beginnt oben links mit 0 und endet unten rechts mit 2499. Bei dem Fingerabdruck von Mitarbeiter M ist der Wert 1 bei einem Index gesetzt, sofern der Index eine Sophie-Germain-Primzahl ist – ansonsten der Wert 0. Beispielsweise ist bei dem Index 2 eine 1 gesetzt, da $2p+1 = 5$ eine Sophie-Germain-Primzahl ist. Die Karte wird als Matrix (L: 25, B: 50) dargestellt. Beginnend bei L: 10, B: 10 ist der Magnetstreifen (L: 10, B: 10) mit den kodierten Informationen (nummer, name, anzahl primzahlen) platziert. Die Informationen auf dem Magnetstreifen sind mit RSA oder AES verschlüsselt. Ein Systemprozess beobachtet kontinuierlich die beiden Lesegeräte. Nachdem die Karte eingeschoben und der Finger anliegt, beginnt automatisch die Validierung (Abgleich Information auf Karte mit Fingerabdruck) durch den Systemprozess. Nach erfolgreicher Validierung sendet der Systemprozess das Kommando Open an den Tresortür.

S06 // Raumstation 01

Die Schleuse einer Raumstation besteht aus zwei Türen D01 und D02. Initial ist D01 geöffnet und D02 geschlossen. Die Schleuse wird von einem zentralen Kontrollcenter gesteuert und kontinuierlich überwacht. Der Raum der Schleuse wird kontinuierlich beobachtet. Betritt ein Astronaut den Raum, sendet das Kontrollcenter das Kommando Close an D01 und diese schließt innerhalb von 3 Sekunden. Das Kontrollcenter wird informiert, sobald D01 geschlossen ist. In dem Raum existieren zwei Anschlüsse, einer für die Sauerstoffzufuhr und der andere für das Sicherungsseil. Die beiden Anschlüsse werden kontinuierlich beobachtet. Der Anzug hat eine integrierte und aktive Sauerstoffversorgung. Diese integrierte Sauerstoffversorgung beobachtet kontinuierlich den Anschluss für die Sauerstoffzufuhr am Anzug. Im ersten Schritt verbindet der Astronaut den Anschluss für die Sauerstoffzufuhr mit dem ersten Anschluss von seinem Anzug und die integrierte Sauerstoffversorgung wird automatisch deaktiviert. Im zweiten Schritt verbindet der Astronaut den zweiten Anschluss von seinem Anzug mit dem Sicherungsseil. Nachdem beide Anschlüsse im Raum der Schleuse mit dem Anzug des Astronauten verbunden wurden, wird das Kontrollcenter automatisch informiert. Das Kontrollcenter generiert eine zufällige Rhonda-Nummer im Wertebereich 1000 bis 30000 und sendet diesen Code an das Lesegerät sowie die Uhr des Astronauten. An der Tür von D01 und D02 ist je ein Lesegerät für die Uhr angebracht. Der Astronaut hält die Uhr an das Lesegerät von D02. Nach Verifizierung des Codes sendet das Lesegerät das Kommando Open an D02. Das Kontrollcenter wird informiert, sobald D02 geöffnet ist. Nach 10 Sekunden sendet das Kontrollcenter die Nachricht RETURN mit einem zufälligen Primzahl-Zwilling im Bereich 1000 bis 30000 an die Lesegeräte von D01 und D02 sowie die Uhr des Astronauten und dieser kehrt umgehend zur Schleuse zurück. Der Astronaut hält die Uhr an das Lesegerät von D02 und diese schließt nach Verifizierung der ersten Zahl des Primzahl-Zwillings. Das Kontrollcenter wird automatisch über das Schließen von D02 benachrichtigt. Im ersten Schritt trennt der Astronaut das Sicherungsseil und im zweiten Schritt die Sauerstoffzufuhr. Die integrierte Sauerstoffversorgung wird automatisch aktiviert. Nachdem beide Anschlüsse vom Anzug getrennt wurden, wird das Kontrollcenter informiert. Der Astronaut hält die Uhr an das Lesegerät von D01 und diese öffnet nach Verifizierung.

Das Kontrollcenter kommuniziert mit der Raumstation über einen Kanal. Die Meldungen bestehen aus Zeichen aus dem Pool [0,1]. Zu Simulationszwecken erfolgt die Kommunikation sequentiell. Mit der Methode create wird eine 30-stellige Kette aus zufällig gewählten Zeichen erstellt. Durch die Methode compress werden 3 oder mehr gleiche aufeinanderfolgende Zeichen komprimiert. Beispiel Komprimierung: 110100111001000010001110001001 ► 110100310014013031301001. Die Methode decompress wandelt eine komprimierte Zeichenkette in die originäre um. Beispiel für Dekomprimierung: 110100310014013031301001 ► 110100111001000010001110001001. Für die Ver- und Entschlüsselung stehen die Algorithmen RSA und AES zur Verfügung. Der angewandte Algorithmus wird zentral in einer Konfiguration definiert. Mit der Methode send wird die Nachricht versandt. Mit der Methode open wird eine empfangene Nachricht angezeigt. Die Methoden werden verschachtelt: (i) send(encrypt(compress(message))), (ii) open(decompress(decrypt(message))). Nachfolgend sind die Zuständigkeiten – in Abhängigkeit von der Anzahl 1 in der Originalmeldung – definiert. Kontrollcenter: K1: < 3, K2 >= 3 und <= 8; K3 > 8; Raumstation: R1 < 5, R2 >= 5.

Die Wasseraufbereitung in einer Raumstation findet mit Unterstützung von Bakterien in einem geschlossenen Kreislauf statt. Es existieren zwei Tanks T01 (Schmutzwasser) und T02 (Frischwasser). Ein Tank wird als Matrix (B: 100, H: 100, L: 100) dargestellt und besitzt ein Fassungsvermögen von 1000000 Zeichen. Das Schmutzwasser wird mit zufällig gewählten Zeichen aus dem Pool [/,+,-,:.] dargestellt. Es existieren vier verschiedene Bakterien B01, B02, B03 und B04, die je auf ein Zeichen spezialisiert sind. Beispielsweise ist B01 auf die Verarbeitung des Zeichens „/“ im Schmutzwasser spezialisiert. Zu Simulationszwecken werden alle 60 Sekunden 100000 Zeichen Schmutzwasser T01 und anschließend je 1000 der Bakterien B01, B02, B03 und B04 zugeführt. Die Bakterien werden mit dem Schmutzwasser vermischt. Alle 10 ms wird von einem Bakterium das entsprechende Zeichen im Schmutzwasser nach O umgewandelt. Das Bakterium bewegt sich alle 10 ms um 1 in eine zufällig gewählte Richtung innerhalb der Grenzen des vom Schmutzwasser belegten Bereichs im Tank. Eine Position kann nicht von zwei Bakterien gleichzeitig belegt werden.

Eine Schale wird als Matrix (B: 10, L: 10, H: 10) dargestellt. In dieser Schale werden initial zufällig je 25 Zeichen X und Y nicht überlappend platziert. Jede Sekunde bewegt sich ein X und Y um 1 in eine zufällig gewählte Richtung. Die Ränder der Schale werden bei den Bewegungen beachtet. Treffen die Zeichen X und Y aufeinander (gleiche Position), wird das Zeichen X mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% eliminiert. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 20% entsteht gleichzeitig ein neues X. Es existieren zwei Wissenschaftler R01 und R02. R01 darf die Kommandos InitX und InitY ausführen. R02 darf die Kommandos Start und Report ausführen. Zu Simulationszwecken werden 1000 Iterationen durchgeführt. Mit dem Kommando Report wird ein Bericht mit der in der Schale vorhandenen Anzahl von und dem Median der Lebensdauer von X erstellt.

In einer Apotheke befindet sich ein Schranksystem für die Aufbewahrung von Medikamenten. Ein Medikament ist gekennzeichnet durch die Attribute id, bezeichnung, verfallsdatum, kategorie. Die Namenskonvention für die Bezeichnung eines Medikaments lautet [A-Z][A-Z]### - beispielsweise AB365. Das Schranksystem hat 26 Fächer, welche von unten links nach oben rechts mit A-Z bezeichnet werden. Die Medikamente werden nach dem Anfangsbuchstaben in die Fächer einsortiert. Jedes Fach hat 26 Subfächer (2 Reihen mit je 13 Fächern). Die Einsortierung in den Subfächern erfolgt nach dem 2. Buchstaben der Bezeichnung des Medikamentes aufsteigend und bei gleicher Bezeichnung nach dem verfallsdatum absteigend. Jedes Subfach hat eine Kapazität für 10 Packungen verschiedener Medikamente. Zu Simulationszwecken werden für jedes Subfach 5-10 Medikamente generiert. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% ist ein Medikament mehrfach vorhanden. Für das Schranksystem existieren verschiedene Iteratoren. Der Iterator vom Typ IteratorAll ermöglicht das sukzessive Iterieren, beginnend beim ersten Fach unten links und erstem Subfach (Medikamente beginnend mit AA). Nach dem letzten Datensatz erfolgt der Rücksprung zum ersten Datensatz. Ein Iterator vom Typ IteratorFx existiert je Fach x. Beispielsweise ermöglicht IteratorFA das sukzessive Iterieren durch die Subfächer im Fach A. Ein Prozess beobachtet kontinuierlich die Medikamente im Schranksystem und informiert in folgenden Fällen automatisch den Apotheker (i) Medikament(e) nur noch einmal vorhanden, (ii) Medikament(e) mit verfallsdatum in drei Tagen oder weniger, (iii) Bestand in Fach weniger als 50% und (iv) Bestand in Subfach weniger als 50%.

Zu Simulationszwecken hat ein Flugzeug 10 Hauptmodule (H01-H10). Jedes Hauptmodul besteht aus 2-5 Untermodulen (U01-U05). Das Untermodul U02 in H05 ist beispielsweise durch H05-U02 eindeutig identifiziert. Jedes Untermodul ist mit einem Sensor ausgestattet. Das Hauptmodul beobachtet kontinuierlich die Sensoren der Untermodule. Zu Simulationszwecken werden drei Temperaturbereiche (i) 15-30: grün, (ii) 31-40: gelb, (iii) 41-45: orange und (iv) 46-50: rot für die Untermodule unterschieden. Nachfolgend ist das Regelwerk für den Status der Module definiert: (i) mindestens 50% der Untermodule mit Status gelb ► Hauptmodul: Status gelb, (ii) mindestens 75% der Untermodule mit Status gelb ► Hauptmodul: Status orange, (iii) mindestens 90% der Untermodule mit Status gelb ► Hauptmodul: Status rot, (iv) mindestens 20% der Untermodule mit Status orange ► Hauptmodul: Status gelb, (v) mindestens 50% der Untermodule mit Status orange ► Hauptmodul: Status orange, (vi) mindestens 60% der Untermodule mit Status orange ► Hauptmodul: Status rot. Zu Simulationszwecken wird jede Sekunde zufällig die Temperatur im Bereich 15-50 der Untermodule geändert. Das Kontrollcenter beobachtet den Status der Module. Im Kontrollcenter existieren vier Teams (i) T01 ► H01, H02, (ii) T02 ► H03-H08, (iii) T03 ► H09, H10, (iv) T04 ► mindestens 4 Hauptmodule ► Status gelb, oder mindestens 2 Hauptmodule ► Status orange, oder mindestens 1 Hauptmodul ► Status rot. Das Team T04 (Notfall) wird zusätzlich informiert. In jedem Team existieren 2 Mitarbeiter, welche bei Eintreffen einer Meldung automatisch informiert. Hierzu ist das Smart Phone von jedem Mitarbeiter im Team registriert.

Ein Luftraum wird als Matrix (L: 100, B: 100) dargestellt. Die Zeilen sind von R00 bis R99 und die Spalten von C00 bis C99 gekennzeichnet. Der Luftraum gliedert sich in 25 Bereiche (B: 20, L: 20), für die je eine dedizierte Flugsicherung zuständig ist. Die Bereiche sind von oben links nach unten rechts sukzessive mit ATC01 bis ATC25 nummeriert. Zu Simulationszwecken fliegen je 5 Flugzeuge von (i) oben nach unten, (ii) unten nach oben, (iii) links nach rechts und (iv) rechts nach links. Jedes Flugzeug wird an dem jeweiligen Rand des Luftraums an einer zufällig gewählten Position platziert. Flugzeuge können sich nicht überlappen. Initial befinden sich alle Flugzeuge im FL 0 (flight level). Die je für den Bereich zuständige Flugsicherung erteilt den registrierten Flugzeugen über das Kommando „CLIMB 1000 TO MAX FL 10000“ die Genehmigung jede Sekunde um 1000 auf das FL 10000 zu steigen. Jedes Flugzeug ist mit einem Transponder ausgestattet und hat eine eindeutige 4-stellige ID aus Buchstaben (wie beispielsweise SENG), sodass die aktuelle Position und Flughöhe von der zuständigen Flugsicherung kontinuierlich beobachtet und in einer Textdatei mit Zeitstempel protokolliert wird. Befindet sich ein Flugzeug an der Grenze des Bereichs der aktuell zuständigen Flugsicherung, sendet die zuständige Flugsicherung das Kommando „CONTACT ATC <ID> ON FREQUENCY 121.<ATC ID>“, beispielsweise „CONTACT ATC 02 ON FREQUENCY 121.02“ wenn für das Flugzeug als nächste Flugsicherung das ATC 02 zuständig ist. Das Flugzeug meldet sich mit dem „AIRPLANE <ID> CONTACT ATC <ID> ON FREQUENCY 121.<ATC ID>“ bei der aktuellen Flugsicherung ab und mit „AIRPLANE <ID> FL <VALUE>“ an. Sobald das Flugzeug in den Bereich der nächsten (zuständigen) Flugsicherung eintritt, sendet die korrespondierende Flugsicherung „AIRPLANE <ID> IDENTIFIED“ an das Flugzeug. Die Flugsicherung überwacht die zuständigen Flugzeugbewegungen in dem zugeordneten Bereich.

S13 // Rangierbahnhof

Ein Rangierbahnhof hat zehn Gleise A01-A10 für ankommende Züge, zehn Gleise B01-B10 für ausgehende Züge und ein spezielles Gleis R für Rangierfahrten. Die Gleise für ankommende und ausgehende Züge sind durch einen Abrollberg und zwei Weichen verbunden. Vor den zehn Gleisen A01-A10 existiert ein Gleis T01 sowie eine Weiche W01 für die Zufahrt auf das korrespondierende Gleis A01-A10. Zusammenfassung der Architektur: (T01, W01, A01-A10, W02, Abrollberg, W03, B01-B10, W04). Zu Simulationszwecken werden 10 Ziele D01-D10 unterschieden. Zu Simulationszwecken werden 10 Ziele D01-D10 unterschieden. Ein Container ist für ein Ziel bestimmt. Auf dem Gleis T01 befinden sich 10 Züge mit 45-75 Container (zufällig) mit je zufällig bestimmten Destinationen. Waggons mit Containern nicht zusammenhängender Ziele werden von einem Mitarbeiter entkoppelt. Beispiel: D01 • D01 • D04 • D02 • D04 ► D01 • D01 | D04 | D02 | D04. Der Mitarbeiter führt ein Touchpad mit sich. Sobald die Waggons von dem Zug entkoppelt sind, sendet der Mitarbeiter eine Meldung an das zentrale Kontrollcenter. Die zehn Gleise B01-B10 sind sukzessive den Zielen D01-D10 zugeordnet, wie beispielsweise B01 für das Ziel D01. Eine Rangierlok schiebt die Waggons zum Abrollberg. Das Kontrollcenter stellt die Weichen.

Eine Raumfähre hat eine Sensorplatte S für die Messung von Strahlung. S wird als Matrix (B: 500, L: 500) dargestellt. Die 25000 Felder sind von unten links nach oben rechts aufsteigend nummeriert (1-25000). Es werden drei Typen von Strahlung unterschieden (i) X: [+,-,*], (ii) Y: [a,b,c] und (iii) Z: [0,1]. Zu Simulationszwecken wird jede Sekunde zufällig ein Typ Strahlung ausgewählt und eine Matrix M (B: 50, L: 50) mit zufälligen Zeichen aus dem zulässigen Pool generiert. M trifft auf die Sensorplatte an einer zufälligen gewählten Position unter Beachtung der Grenzen von S. Die Simulation dauert 60 Sekunden. Ein Kontrollcenter beobachtet kontinuierlich S. Trifft während der der Simulation 3x dasselbe Zeichen auf ein Feld, wird das Kontrollcenter automatisch informiert. Das Kontrollcenter kann über die Kommandos Activate und Deactivate die Sensorplatte S aktivieren oder deaktivieren. Bei einer deaktivierten Sensorplatte wird die auftreffende Strahlung für die Analyse nicht berücksichtigt.

Eine Kaffeebohne wird als Matrix (L: 4, B: 2, H: 2) mit den Zeichen aus dem Pool [B | D] darstellt. Ein B entspricht einem Gewicht von 42-44 mg (zufällig bestimmt). Ein D entspricht einem Gewicht zwischen 5-7 mg. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,05 (5%) befindet sich das Zeichen D an einer Position. Eine Bohne mit einem Gewicht von 6,6-7,1 g entspricht der Norm. In einem Silo werden 100 Mio. Kaffeebohnen gelagert. Der Innenraum der Trommel zum Rösten wird – aus Aspekten der Vereinfachung – als Matrix (L: 250, B: 100, H: 100) dargestellt und hat ein Fassungsvermögen von 2,5 Mio. Bohnen. Zum Rösten werden dem Silo die Bohnen entnommen und einem 2-stufigen Prüfverfahren unterzogen. Ein zentrales Kontrollcenter sendet das Kommando OpenSilo an das Silo und die Bohnen werden sukzessive dem Prüfverfahren zugeführt. In der ersten Stufe wird eine zufällig gewählte Seite bzw. Oberfläche auf das Zeichen D geprüft. Bei mindestens einem Zeichen D wird die Bohne aussortiert und es erfolgt keine Weiterleitung zur zweiten Stufe. In der zweiten Stufe wird das Gewicht geprüft. Entspricht die Bohne nicht der Norm, wird die Bohne aussortiert. Mit einem – dem 2-stufigen Prüfverfahren – nachgelagerten Sensor beobachtet das Kontrollcenter kontinuierlich die Anzahl der Bohnen. Sobald die Anzahl von 2,5 Mio. Bohnen sendet das Kontrollcenter das Kommando CloseSilo an das Silo und die Zufuhr wird gestoppt. Anschließend sendet das Kontrollcenter das Kommando StartRoasting an die Trommel. Jede Sekunde werden die Bohnen in der Trommel gemischt und dabei geröstet. Pro Mischvorgang werden bei 250.000 zufällig ausgewählten Bohnen das Zeichen B in C oder D umgewandelt. Ein C entspricht einem Gewicht von 22-28 mg (zufällig bestimmt). Ein D entspricht einem Gewicht zwischen 5-7 mg. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,03 (3%) befindet sich das Zeichen D an einer Position. Nach dem Rösten sendet das Kontrollcenter das Kommando EmptyRoasting an die Trommel zwecks Entleerung. Eine geröstete Bohne mit einem Gewicht 3,5-4,5 g entspricht der Norm. Nach dem Rösten wird jede Bohne im Hinblick auf das Normgewicht geprüft. Bohnen, die nicht der Norm entsprechen, werden aussortiert. Bohnen, die der Norm entsprechen, werden in Container für die spätere Verpackung gesammelt.

Eine Start-/Landebahn wird dargestellt als Matrix (L: 4000, B: 60) mit Zeichen aus dem Pool [C | W]. Standardmäßig befindet sich das Zeichen C (cement) an einer Position. Die Start-/Landebahn hat vier Kontrollpunkte (S01-S04) mit je einem Sensor. Der Tower beobachtet kontinuierlich die Kontrollpunkte. Zu dem Kontrollpunkt S02 fährt ein Fahrzeug AOP01 von Airport Operations, wartet und meldet sich beim Tower mit „AOP01 – RUNWAY INSPECTION 08 READY ANYTIME“ an. An dem Kontrollpunkt S01 stehen fünf Flugzeuge F01-F05, welche auf die Startfreigabe warten. Des Weiteren befinden sich Flugzeuge F06-F10 im Landeanflug. Start und Landung erfolgen abwechselnd, beginnend mit dem Start. Mit dem Kommando "Fx – RUNWAY 08 CLEARED FOR TAKEOFF" erteilt der Tower dem Flugzeug Fx die Erlaubnis zum Starten. Pro Sekunde legt das startende Flugzeug 500 auf der Start-/Landebahn zurück und hebt innerhalb von sechs Sekunden ab. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.01 verliert ein startendes Flugzeug ein Fremdobjekt W an einer beliebigen Position innerhalb des aktuellen Bereichs. Das Flugzeug startet und der Tower wird automatisch informiert. Nach dem Start erteilt der Tower dem Fahrzeug AOP01 mit dem Kommando „AOP01 – RUNWAY 08 CLEARED FOR INSPECTION“ die Freigabe zur Inspektion. Pro Sekunde wird eine Länge von 1000 kontrolliert. Findet Airport Operations auf der Landebahn das Zeichen W, wird der Tower informiert. Der Tower sendet beispielsweise das Kommando "F02 – RUNWAY 08 CLOSED – GO" an das Flugzeug F02 und dieses startet durch und landet nicht auf der Start-/Landebahn.

S17 // Solarpark

In einem Solarpark sind 25 Solarkollektoren (5 Reihen und 5 Zeilen) installiert. Die Fläche von einem Solarkollektor wird als Matrix (L: 5, B: 5) dargestellt. Die Solarkollektoren stehen mit einem Abstand von 3 zu allen Seiten zueinander. Zu Simulationszwecken trifft die Strahlung von der Sonne als Fläche mit Zeichen aus dem Pool [O|E] auf den Solarpark. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.7 befindet sich das Zeichen E (Energie) an einer Position. Jeder Solarkollektor hat einen Sensor, welcher kontinuierlich den Sonnenstand beobachtet. Der Lauf der Sonne beginnt rechts bei 180° und endet links bei 0°. Zu Simulationszwecken verändert sich pro Sekunde der Sonnenstand um -0.25°. Ein Solarkollektor hat zwei Betriebsmodi (i) direkt und (ii) speichern. Bei dem Modus direkt werden die empfangenen Zeichen E direkt vom Solarkollektor an eine zentrale Sammelstelle übertragen. Bei dem Modus speichern, werden die empfangenen Zeichen E in einer beim Sonnenkollektor angesiedelten Batterie zwischengespeichert. Eine Batterie wird dargestellt als Matrix (L: 10, B: 10, H: 100). Die Batterie wird von unten links nach oben rechts zeilenweise geladen sowie von oben rechts nach unten links zeilenweise entladen. Die Zentrale verwaltet 100 Batterien. Die Zentrale beobachtet kontinuierlich die lokalen Batterien der Sonnenkollektoren bezüglich dem Füllstand. Hat eine lokale Batterie bei einem Sonnenkollektor einen Füllstand von mindestens 80%, sendet die Zentrale das Kommando Unload an den Sonnenkollektor, die Energie in der lokalen Batterie wird vollständig abgezogen und in einer oder mehreren Batterien in der Zentrale gespeichert. Die Kapazität einer Batterie in der Zentrale wird vorrangig zu 100% genutzt, bevor die Energie auf die nächste Batterie übertragen bzw. dort gespeichert wird.

Eine Start-/Landebahn hat zwei Zufahrten (S01, S02) und zwei Abfahrten (S03, S04). Jedes Flugzeug F ist mit einem Transponder ausgestattet. Über diesen Transponder beobachtet der Tower kontinuierlich die Flughöhe (FL) und Geschwindigkeit. Die Flugzeuge F01, F02 und F03 sind für die Landung eingeplant. Die Flugzeuge F04, F05, F06 und F07 sind für den Start eingeplant. An dem Kontrollpunkt S01 steht an Position 1 das Flugzeug F04 und dahinter an Position 2 das Flugzeug F05. An dem Kontrollpunkt S02 steht an Position 1 das Flugzeug F06 und an Position 2 das Flugzeug F07. Mit dem Kommando „Fx – RUNWAY 26L CLEARED TO LAND“ erteilt der Tower dem Flugzeug x die Erlaubnis zur Landung. Das Flugzeug Fx landet (FL 0) mit 330 und reduziert mit jeder Sekunde die Geschwindigkeit um 50 (280, 230, 180, 130, 80) und passiert nach (i) 5 Sekunden den Kontrollpunkt S03 oder (ii) 6 Sekunden den Kontrollpunkt S04 (zufällig bestimmt). Sobald das Flugzeug den Kontrollpunkt passiert hat, erteilt der Tower dem – auf den Start – wartenden Flugzeug durch das Kommando „Fx – RUNWAY 26 CLEARED FOR TAKEOFF“ die Erlaubnis auf die Bahn zu rollen und zu starten. Der Start dauert sieben Sekunden (0, 30, 80, 130, 230, 280, 330 ► TAKEOFF, FL 100). Der Tower erteilt einem in Position 2 wartenden Flugzeug mit dem Kommando „Fx – LINE UP RUNWAY 26 - HOLD SHORT 26 – NUMBER x AFTER Fx“ die Erlaubnis bis zum Kontrollpunkt Sx zu rollen und dort auf die Startfreigabe zu warten. Zu Simulationszwecken ist folgende Sequenz abzubilden: F01, F04, F02, F06, F05 und F07.

S19 // Schnellrestaurant

Ein Schnellrestaurant bietet die Produktkategorien (i) fünf Getränke G01-G05 zum Preis 1-3 (zufällig bestimmt), (ii) fünf Hauptgerichte H01-H05 zum Preis 3-6 (zufällig bestimmt) und (iii) fünf Beilagen B01-B05 zum Preis 2-4 (zufällig bestimmt) an. Aus den Produktkategorien (i) bis (iii) werden initial 25 unterschiedliche Menüs mit je einem Getränk, einem Hauptgericht und einer Beilage zusammengestellt. Das Schnellrestaurant bietet zwei Touchscreens (T01, T02) und zwei Schalter (D01, D02) für die Bestellung sowie eine Ausgabe A für Abholung an. Touchscreens und Schalter sind als Proxy realisiert. Es werden fünf Kundentypen C01-C05 unterschieden: (i) C01: Schalter, 80% Wahrscheinlichkeit Menü, sonst 1 Getränk und 1 Beilage; (ii) C02: Schalter, 60% Wahrscheinlichkeit Menü, sonst 1 Getränk und 1 Hauptgericht; (iii) C03: Touchscreen, 80% Wahrscheinlichkeit Menü, sonst 1 Hauptgericht und 1 Beilage; (iv) C04: Touchscreen, 40% Wahrscheinlichkeit Menü, sonst 1 Getränk und 1 Hauptgericht; (v) C05: 1-2 Getränke, 1-2 Hauptgerichte und 2-3 Beilagen. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 30% wählt C05 gleiche Produkte (wie beispielsweise zwei H03) aus. Jeder Kunde nimmt an einem Bonusprogramm teil - Bronze: 6 Menüs, Silber: 12 Menüs oder 8 Menüs + 5 Hauptgerichte oder 7 Menüs + 5 Hauptgerichte + 3 Beilagen; Gold: 24 Menüs oder 20 Menüs + 8 Hauptgerichte oder 16 Menüs + 6 Hauptgerichte + 6 Beilagen; Platin: 32 Menüs - Bronze: jedes 3. Menü -10%; Silber: jedes 3. Menü -15%, jedes 4. Hauptgericht -10%, jede Beilage -5%; Gold: jedes 3. Menü -15%, jedes 4. Hauptgericht -15%, jede Beilage -8%; Platin: jedes 6. Menü frei, jedes Hauptgericht -10%, jede 2. Beilage -15%.

Das Hitzeschild einer Raumfähre wird als Matrix (L: 90, B: 30) dargestellt. Das Hitzeschild wird mit den Platten P01, P02 und P03 realisiert. Eine Platte wird als Matrix (L: 5, B: 5) dargestellt. P01 wird mit Zeichen aus dem Pool [a | b | c] realisiert. P02 wird mit Zeichen aus dem Pool [0 | 1] realisiert. P03 wird mit Zeichen aus dem Pool [* | + | -] realisiert. Eine Zeile des Hitzeschildes setzt sich wie folgt zusammen: 1 x P01, 1 x P02, 2 x P03, 1 x P02 und 1 x P01. Die Zeichen werden zufällig gewählt. Zu Simulationszwecken fliegt die Raumfähre 30 Sekunden. Pro Sekunde ändert sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 1% ein Zeichen in ein anderes gültiges Zeichen aus dem Pool. Jede Platte wird kontinuierlich durch einen Sensor beobachtet. Sobald eine Veränderung eines Zeichens stattfindet, wird das Kontrollcenter der Raumfähre automatisch informiert (id der Platte, altes Zeichen, neues Zeichen und Position). Für jeden Plattentyp existiert ein eigenes Prüfverfahren. P01: Boyer Moore, P02: Knuth-Morris Pratt und P03: Rabin-Karp. Von vorne links nach hinten rechts werden die Platten sukzessive mit dem korrespondierenden Verfahren geprüft. Zu Simulationszwecken entsprechen die Zeichenketten (i) aabbabb, (ii) aabbbbaa, (iii) -*++*- und (iv) *-*++ Defekte. Nach Landung der Raumfähre wird die Prüfung durchgeführt und ein Bericht (Datum, Uhrzeit, Anzahl und Position der Veränderungen von Zeichen sowie Defekte).

S21 // Teleskop

Zu Simulationszwecken wird der zu betrachtende Weltraum als Matrix (L: 1000, B: 1000) mit den Zeichen aus dem Pool [*,/,,-,+,.,:,#] dargestellt. Ein Teleskop nutzt ein Objektiv O. Das Objektiv existiert in zwei Varianten O1 und O2. Mit O1 kann ein Ausschnitt von L: 100, B: 100 und mit O2 ein Ausschnitt von B: 200, L: 200 betrachtet werden. Das Objektiv wird auf einen zufällig gewählten Bereich des Weltalls gerichtet. Das Objektiv wird von einem Administrator mit den Kommandos Left, Right, Up, Down, ZoomIn, ZoomOut, Search und Save ferngesteuert. Mit dem Kommando Left bewegt sich das Objektiv um 10 nach links, die Größe des Ausschnitts bleibt unverändert. Mit dem Kommando Right bewegt das Objektiv um 10 nach rechts, die Größe des Ausschnitts bleibt unverändert. Mit dem Kommando ZoomIn wird der Ausschnitt an den Rändern um 10% bis minimal (L: 50, B: 50) verkleinert (Beispiel: B: 100, L: 100 ► B: 90, L: 90). Mit dem Kommando ZoomOut wird der Ausschnitt um 10% bis maximal der Kapazität des Objektivs vergrößert (Beispiel: L: 80, B: 80 ► B: 90, L: 90). Mit Search wird die Zeichenkette *:-.+# horizontal und vertikal in dem selektierten Ausschnitt gesucht. Mit dem Kommando Save wird der Ausschnitt in eine Datei gespeichert. Die Methoden können verschachtelt – beispielsweise: search(save(zoomIn(data))) oder save(zoomOut(zoomOut(data))) – werden.

Ein Flugzeug besitzt auf der linken und rechten Seite je eine Tragfläche. Jede Tragfläche hat drei Tanks (2x inner, 1x outer). Ein Tank mit einer Kapazität von 25000 Zeichen „F“ (fuel) wird als 3-dimensionale Matrix (L: 100, B: 25, H: 10) dargestellt. Ein Tank hat den Status (i) Open oder (ii) Closed. Initial hat der Tank den Status Closed. Jeder Tank ist mit einem Sensor ausgestattet. Die Tanks und Sensoren werden vom Mediator (F) des Flugzeugs zentral verwaltet. Unter der linken Tragfläche befindet sich ein zentraler Einfüllstutzen für das Kerosin. Das Tankfahrzeug besitzt eine Pumpe. Es existieren zwei Verbindungsstücke A und B. Zunächst wird die Pumpe durch das Verbindungsstück A mit dem Stutzen des Bodentanks auf dem Vorfeld verbunden. Im nächsten Schritt wird der zentrale Einfüllstutzen und die Pumpe über das Verbindungsstück B verzahnt. Ein Verbindungsstück hat einen Schalter mit dem Status (i) Disconnected oder (ii) Connected. Standardmäßig hat der Schalter den Status Disconnected. Wird der Schalter einmal gedrückt, wechselt der Status auf Connected. Der Schalter ist mit einem Sensor versehen und die Anzeige im Tankfahrzeug wird automatisch informiert. Im nächsten Schritt wird das Tankfahrzeug durch ein Kabel mit einem Anschluss zwecks Erdung bzw. Vermeidung von elektrostatischer Aufladung verbunden. Sobald die Verbindung hergestellt wurde, erhält die Anzeige im Tankfahrzeug automatisch eine Nachricht. Nachdem beide Verbindungsstücke den Status Connected haben und die Erdung hergestellt wurde, wird automatisch der Button Start auf der Anzeige im Tankfahrzeug aktiviert. Der Mitarbeiter im Tankfahrzeug drückt den Button Start und es wird ein entsprechendes Kommando an den Mediator (M) im Tankfahrzeug erzeugt. M verbindet sich mit F, um die sukzessive Befüllung zu veranlassen und Informationen der Sensoren der Tanks von F zu erhalten. M sendet an F das Kommando Open um einen Tank zu befüllen. M sendet das Kommando Pump an die Pumpe und es fließen pro Sekunde 5000 Zeichen F durch die Verbindungsstücke A und B in den selektierten Tank. M beobachtet kontinuierlich den Füllstand des selektierten Tanks. Nachdem der selektierte Tank befüllt ist, sendet M das Kommando Stop an die Pumpe und die Kerosinzufuhr stoppt. M sendet das Kommando Close an F und der selektierte Tank wird geschlossen. Beginnend von links wird diese Prozedur fortgesetzt bis alle Tanks sukzessive befüllt wurden. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 5% (0.05) löst sich während des Tankvorgangs ein Verbindungsstück A oder B (Wechsel Status Connected nach Disconnected). In diesem Fall wird die Kerosinzufuhr sofort unterbrochen, der selektierte Tank geschlossen und vom Tankfahrzeug die Feuerwehr über das Kommando FuelEmergency benachrichtigt.

Ein Bakterium wird als 3-dimensionale Matrix (L: 200, B: 20, H: 20) dargestellt. Es werden vier Typen von mutierenden Bakterien unterschieden (i) Zeichen aus dem Pool [+,-,.,:], (ii) Zeichen aus dem Pool [*,\$,!,#], (iii) Zeichen aus dem Pool [-,_,^,<,>] und (iv) Zeichen aus dem Pool [0,1]. Das Bakterium Typ (iv) ist für den Menschen lebensnotwendig. Zu jedem Typ von Bakterium existiert ein spezielles Antibiotikum (i) A -> Typ (i) - Rezeptoren +--+ und :...: | (ii) B -> Typ (ii) - Rezeptoren **#!, *!!* und \$### | (iii) C -> Typ (iii) - Rezeptoren --__, -_-_, ^<<^, ^>>^, <--> und <_<-. Wirkungsgrad Antibiotika: Anzahl Rezeptoren * 5%, maximal 100%. Für die zeilenorientierte Suche auf den Oberflächen des Bakteriums stehen die Strategien Boyer-Moore und Knuth-Morris-Pratt zur Verfügung. Das Antibiotikum wählt die Suchstrategie zufällig aus. Einem Menschen werden 1000000 Bakterien zugeordnet. Standardmäßig wird das Bakterium vom Typ (iv) verwandt. Die Bakterien (i), (ii) oder (iii) (zufällig bestimmt) treten mit einer Wahrscheinlichkeit von 3% auf. Eine Packung enthält zehn Tabletten mit Antibiotika. Ein Bakterium kann den Status NonResistant, Resistant und Dead besitzen. Initial besitzen alle Bakterien den Status NonResistant. Ist der ermittelte Wirkungsgrad gleich der oder höher als die generierte Zufallszahl, wechselt der Status des korrespondierenden Bakteriums auf den Status Dead. Ist der ermittelte Wirkungsgrad dreimal niedriger als die generierte Zufallszahl, wechselt der Status des korrespondierenden Bakteriums auf Resistant. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% entsteht zu einem existierenden Bakterium vom Typ (i)-(iii) ein neues mit mutierter Oberfläche.

S24 // Vorfeldkontrolle und Tower

Flugzeug F01 steht am Gate und F02 befindet sich im Landeanflug. Ein Flugzeug bewegt sich mit konstant 2 pro Sekunde in einer Höhe von 100 und ist 25000 von der Landebahn mit einer Länge von 4000 entfernt. Ab einer bestimmten Entfernung zur Landebahn (Descent Point) sinkt das Flugzeug konstant mit 3 Grad und landet genau auf 300 der Landebahn. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren wird vom Tower der Descent Point berechnet. Der Tower beobachtet kontinuierlich das Flugzeug. Sobald das Flugzeug den Descent Point passiert, sendet der Tower das Kommando Descent an das Flugzeug und es wird der Sinkflug mit konstant 3 Grad eingeleitet. Die Vorfeldkontrolle beobachtet kontinuierlich den Status der registrierten Flugzeuge beim Tower. Sobald F01 den Descent Point passiert, wird die Vorfeldkontrolle automatisch informiert. Die Vorfeldkontrolle sendet das Kommando Pushback mit der Zusatzinformation "Facing North Blue Line" an das Flugzeug F02. F01 setzt unverändert den Landeanflug fort. Nach einer Sekunde sendet die Vorfeldkontrolle das Kommando Taxi mit der Zusatzinformation "via C4 O1, hold short S1" an das Flugzeug F02. Pro Sekunde passiert F02 einen Rollweg (C4 und O1) und wartet an dem Kontrollpunkt S01. F01 landet und passiert nach drei Sekunden den Kontrollpunkt S02. Die beiden Kontrollpunkte S01 und S02 werden kontinuierlich vom Tower und der Vorfeldkontrolle beobachtet.

In einem Baumarkt existiert ein Hochregallager. Das Hochregallager besteht aus sechs Regalen S01-S06. Ein Regal hat 10 Etagen F01-F10 mit je 10 Lagerplätzen A-J. Der Lagerplatz D in der Etage F03 im Regal S01 ist beispielsweise durch S01-F03-D eindeutig identifiziert. Zwischen den Regalen existieren Korridore (Cx) (i) S01|S02 ► C01, (ii) S03|S04 ► C02, (iii) S05|S06 ► C03. Die Roboter R01-R03 werden für das Hinzufügen und die Entnahme von Paletten genutzt. Die Zuständigkeiten der Roboter sind wie folgt definiert: (i) R01: linke Seite S01, C01, rechte Seite S02 (ii) R02: linke Seite S03, C02, rechte Seite S04, (iii) linke Seite S05, C03, rechte Seite S06. Jeder Lagerplatz bietet zwei nebeneinander angeordnete Stellplätze. Ein Stellplatz (L: 10, B: 25, H: 5) hat eine Kapazität für bis zu drei aufeinander gestapelten Paletten. Die Paletten werden von links nach rechts etagenweise gestapelt. Eine Palette wird als Matrix (L: 25, B: 10, H: 5) dargestellt und mit 750 homogenen Produkten beladen. Ein Produkt ist charakterisiert durch UUID und Bezeichnung (5-stellig, alphanumerisch) vom Typ String. Initial werden 3000 verschiedene Produkte/Paletten generiert. Die Paletten werden vor dem Hinzufügen aufsteigend nach dem Attribut Bezeichnung sortiert. Für die Sortierung stehen die Verfahren MergeSort und QuickSort zur Verfügung. Ein Roboter wird von einem Kontrollcenter über die Kommandos Take(Palette), Move(Lagerplatz), Turn(Palette), Put(Palette,Seite,Etage) und Take(Palette,Seite,Etage) gesteuert. Zu Simulationszwecken wird das Hochregallager beladen und nach dem Zufallsprinzip zwei Paletten entnommen.

S26 // Autofähre

Für LKW, PKW und Motorrad existiert je ein separater Wartebereich in einer Hafenanlage. Für jedes Fahrzeug existiert in dem Wartebereich genau ein Parkplatz. Die Beladung der Autofähre wird zentral von einem Kontrollcenter gesteuert. Bei dem Kontrollcenter ist das zufällig bestimmte Gewicht in Kilogramm – (i) LKW: 7500 bis 22750, (ii) PKW: 850 bis 1750 und (iii) Motorrad: 225 bis 375 – registriert. Die Fähre besitzt ein unteres und ein oberes Deck. Das untere Deck bietet auf der linken und rechten Seite je 10 Stellplätze (2 Reihen mit je 5 Stellplätzen) für LKW. Das obere Deck bietet auf der linken und rechten Seite je 100 Stellplätze (5 Reihen mit je 20 Stellplätzen) für PKW und 10 Stellplätze (1 Reihe mit 10 Stellplätzen) an. Das Kontrollcenter ermittelt mit 1 Mio. Iterationen ein weitestgehend ausbalanciertes Schiff (Minimierung Gewichtsunterschied zwischen der linken und rechten Seite). 20 LKW, 200 PKW und 20 Motorräder stehen in dem Wartebereich. In dem Wartebereich existiert eine Anzeige, auf der die Nummer des aktuellen und nachfolgend zu beladenden Autos angezeigt wird. Der Fahrer in dem jeweiligen Fahrzeug beobachtet kontinuierlich die Anzeige. Die beiden Nummern werden angezeigt. Das erste Auto fährt zur Schranke und das Kontrollcenter wird über den Sensor vor der Schranke informiert. Durch das Kommando Move vom Kontrollcenter wird die Ampel auf grün gestellt und die Schranke öffnet. Das erste Auto verlässt den Schrankenbereich und das Kontrollcenter wird über den Sensor hinter der Schranke informiert. Durch das Kommando Wait vom Kontrollcenter wird die Ampel auf gelb gestellt und die Schranke schließt. Der Status gelb der Ampel bedeutet, dass das nachfolgende an die Schranke vorfährt und wartet. Zu Simulationszwecken befindet sich innerhalb von 350-500 ms (zufällig bestimmt) das Fahrzeug an dem ermittelten Stellplatz. Durch einen Sensor am Stellplatz wird das Kontrollcenter informiert, das Kommando Move vom Kontrollcenter gesandt und der Prozess beginnt erneut.

Das Flugzeug Airbus A380 hat 562 Sitzplätze - 12 First, 70 Business und 480 Economy. Zu Simulationszwecken existieren am Flughafen neun Schalter - 2 First, 2 Business und 5 Economy. An diesen neun Schaltern wird der Check-In für die Flüge zu den Destinationen BOM, CPT, HKG, JFK und NRT durchgeführt. Jeder Flug wird mit dem Flugzeug A380 durchgeführt. Die Flüge sind ausgebucht (gesamt 2810 Passagiere; First: 18 Transfer, 42 Local; Business: 245 Transfer, 105 Local; Economy: 1920 Transfer, 480 Local). Nachfolgend ist die Anzahl der Gepäckstücke (zufällig bestimmt) je Passagier aufgeführt: (i) First: 2-5, (ii) Business 2-3 und (iii) Economy: 1. Zu Simulationszwecken wird eine Zeichenkette mit 2810 Zeichen aus dem Pool [B | C | H | J | N] generiert und vermischt. Nachfolgend ist die Priorisierung für die Entladung aufgeführt: (i) First Transfer, (ii) Business Transfer, (iii) First Local, (iv) Business Local, (v) Economy Transfer, (vi) Economy Local. Für jede Destination existiert eine dedizierte Abwurfbox. Mit jeder Abwurfbox ist ein Hochregallager (30 Spalten, 20 Zeilen, 600 Fächer) für die Zwischenlagerung der Gepäckstücke assoziiert. Das Gepäck wird in Container verladen. Zu Simulationszwecken hat ein Container eine linke und rechte Seite. Jede Seite hat 6 Spalten und 3 Zeilen (18 Zellen). Eine Zelle bietet zwei Fächer (vorne und hinten) für je ein Gepäckstück an. Die Zellen sind von oben links nach unten rechts je Seite durchnummeriert. Beispiel: Zelle linke Seite oben links - 1L, Fächer 1LFV und 1LFH. Jeder Container wird sukzessive (linke Seite, oben links nach unten rechts; rechte Seite, oben links nach unten rechts) entladen. Der Airbus A380 besitzt eine Kapazität für 100 Container (4 Reihen mit je 25 Stellplätzen). Die Entladung der Container erfolgt reihenweise von links nach rechts gemäß der Priorisierung. Für die Sortierung der Gepäckstücke und Container stehen die Verfahren MergeSort und QuickSort zur Verfügung.

An einer Sicherheitsschleuse am Flughafen authentifiziert sich ein Mitarbeiter durch einen Fingerabdruck. Ein Finger wird dargestellt als Matrix (x,y) mit Zeichen aus dem Pool [0,1]: Daumen (300,900), Zeigefinger (300,1500), Mittelfinger (300,2100), Ringfinger (300,1800), kleiner Finger (300, 1200). Die Fingerkuppe (300,300) repräsentiert den Fingerabdruck. Die Elemente der Matrix zu der Fingerkuppe sind von oben links nach unten rechts von 1 bis 90000 durchnummeriert. Für jeden Finger wird die Kuppe durch einen speziellen Algorithmus erzeugt: Daumen ► Circular Prime, Zeigefinger ► Prime Quadruplet, Mittelfinger ► Pierpont Prime, Ringfinger ► Safe Prime und kleiner Finger ► Mountain Prime. Beispielsweise ist 12421 eine Mountain Prime und an der Stelle 12421 steht beim kleinen Finger eine 1. Der Scanner hat für jeden Finger einen Slot. Jeder Slot ist mit einem Sensor ausgestattet. Ein Systemprozess im Scanner beobachtet kontinuierlich die Sensoren. Die Finger werden zufällig mit einem Abstand von 1-3 Sekunden sukzessive – beginnend mit dem Daumen – auf die Slots aufgelegt. Sobald alle Finger auf den Slots aufliegen, sendet der Systemprozess ein Kommando und die Analyse bzw. Validierung startet.

In einem Containerhafen befindet sich ein Bereich mit 10 Reihen. Jede Reihe hat 100 Stellplätze. Die Stellplätze in den Reihen sind von vorne links nach hinten rechts fortlaufend (S0001 - S1000) nummeriert. In den Reihen 09 und 10 sind die ersten 25 Stellplätze mit Steckdosen (2-polig) für die Energieversorgung der Kühlcontainer ausgestattet. Ein Container ist charakterisiert durch UUID, id (alphanumerisch, 5-stellig), Gewicht (250-5000) und Größe [S | M | L | XL]. Die id ist eindeutig. Das Gewicht und die Größe sind zufällig bestimmt. Zu Simulationszwecken werden 800 Container (750 normale Container und 50 Kühlcontainer) erstellt. Von den 50 Kühlcontainern sind 30 2-polig und 20 3-polig. Für die 3-poligen Kühlcontainer wird ein Adapter (3-polig ► 2-polig) eingesetzt. Die Container sind gruppiert nach der Größe. Innerhalb der Gruppe sind die Container absteigend nach dem Gewicht sortiert. Für die Sortierung stehen die Verfahren MergeSort und QuickSort zur Verfügung. Ein Bericht (Datum, Uhrzeit, Lageplan) kann auch Wunsch generiert werden.

Ein Containerhafen hat 500000 Stellplätze (250 Reihen, I-CCL; 2000 Stellplätze, 0001-2000 je Reihe). Pro Reihe existiert ein Kran, der maximal zwei Container transportieren kann. Ein Container ist charakterisiert durch UUID, id (alphanumerisch, 5-stellig) und Typ. Bei den Typen werden (i) N (normal), (ii) H (heavy), (iii) C (chemicals) und (iv) V (value) unterschieden. Das Containerschiff hat 15 Reihen mit je 250 Zellen. Zu Simulationszwecken werden (i) 400000x N, (ii) 75000x H, (iii) 2000x C und (iv) 5000x V Container generiert. Diese Container werden auf die Stellplätze unter Berücksichtigung der folgenden Rahmenbedingungen verteilt (i) zwischen zwei Containern vom Typ C müssen sich mindestens drei Container vom Typ N oder H befinden, (ii) nach einem Container vom Typ C darf kein Container vom Typ V folgen, (iii) Container vom Typ C stehen sich nicht direkt reihenweise gegenüber. Für die Aufnahme der Container stehen 10 Fahrzeuge im Wartebereich vor der ersten Reihe. Ein Fahrzeug hat folgende Kapazität: (i) 3x N oder (ii) 2x H oder (iii) 1x C oder (iv) 2x V. Ein Containerschiff hat eine Kapazität von 25000 Containern (20000x N, 3750x H, 1000x C und 250x V). Die linke und rechte Seite mit je einer Kapazität von 12500 Containern ist weitestgehend auszubalancieren. Eine Seite wird als Matrix (L: 100, B: 5, H: 25) abgebildet. Die Anzahl der Iterationen für die Ermittlung einer optimalen Konfiguration ist auf 10 Mio. limitiert. Zu Simulationszwecken werden initial Ladepläne für 20 Schiffe erstellt. Diese Ladepläne werden vom Kontrollcenter für die Steuerung der Fahrzeuge verwandt.

Zu Simulationszwecken wird ein Ticket als Matrix (B: 50, L: 100) dargestellt. In der Mitte des Tickets befindet sich ein Chip als Matrix (B: 10, L: 10) auf dem die Informationen (Name|Zone|Gültigkeitszeitraum| Betrag) zu dem Ticket in verschlüsselter Form registriert sind. Für die Verschlüsselung der Informationen auf dem Chip stehen die Verfahren RSA und AES zur Verfügung. Bei einem Fahrgast wird der Status S0 (Normalfahrer), S1 (Schwarzfahrer) und S2 | S3 (Chronischer Schwarzfahrer) unterschieden. Nachfolgend ist das Regelwerk aufgeführt, wenn ein Fahrgast bei einer Kontrolle ohne gültiges Ticket angetroffen wird: S0 ► 60 € | S1 ► 1. 80 €, 2. 120 € und 3. 200 € | S2 ► 1. 240 €, 2. 360 €, 3. 480 € + S3 | S3 ► 1. 500 € + 1 Woche Haft, 2. 1000 € + 1 Monat Haft, 3. 5000 € + 1 Jahr Haft. Ab dem Status S1 wird zusätzlich vom Kontrolleur die Polizei informiert.

S32 // Bordprogramm

Das Bordprogramm im Flugzeug Airbus A380 bietet 20 Filme und wird vom Passagier über einen Touchscreen mit drei Buttons (back, execute, forward) gesteuert. Das Drücken eines Buttons erzeugt ein Kommando an das Betriebssystem. Initial befindet sich das System im Status S0. S0: back ► vorheriger Film, forward ► nächster Film, execute ► Film wird selektiert und Wechsel nach Status S1. Die Sprachen Englisch, Deutsch und Chinesisch stehen zur Auswahl. S1: back: vorherige Sprache, forward: nächste Sprache, execute: selektierte oder initiale Sprache Englisch wird übernommen und Wechsel nach Status S2. Als Lautstärke kann 1-5 selektiert werden, initiale Einstellung ist 3. S2: back ► Reduktion der Lautstärke, forward ► Erhöhung der Lautstärke, execute ► selektierte oder initiale Lautstärke wird übernommen und Wechsel nach Status S3. S3: back ► Wechsel nach Status S0, execute ► Film startet und Wechsel nach Status S4. S4: back ► Film pausiert und Wechsel nach Status S5. S5: execute ► Film wird fortgesetzt, back ► Wechsel nach Status S0.

S33 // Druckerei

Eine Zeitung wird als Matrix (L: 20, B: 20) dargestellt. Eine Kolumne wird als Matrix (L: 4, B: 4) mit zufällig gewählten Zeichen aus dem Pool [a-z] dargestellt. Zwischen den Kolumnen ist ein Abstand von 2 (vertikal: 2,4,2,4,2,4,2; horizontal: 2,4,2,4,2,4,2). Der Prozess in der Druckerei besteht aus vier Maschinen (i) M01 - Druck, (ii) M02 - Falten, (iii) M03 - Etikettierung, (iv) M04 - Sortierung und Verpackung. Ein Abonnent ist eindeutig durch Name ([a-z], zufällig, 5-stellig) und Postleitzahl (0-9, zufällig, 5-stellig) charakterisiert. Zu Simulationszwecken wird eine CSV-Datei mit 100000 Abonnenten generiert. Nach dem Druck wird die Zeitung (i) vertikal mittig von rechts nach links und (ii) horizontal mittig von unten nach oben gefaltet. Als Ergebnis entsteht eine Zeitung (L: 10, B: 10) mit vier Lagen. Mit einem Abstand von 1 zum linken und oberen Rand der Vorderseite der Zeitung wird ein Etikett (L: 15, B: 1) mit dem Format "[name]*[postleitzahl]*" durch M3 angebracht. Für jeden Postleitzahlbereich (1. Stelle der Postleitzahl) existiert in M4 eine Bahn. Die Bahnen 0-9 sind hintereinander angeordnet. Am Ende jeder Bahn befindet sich eine Box, in der die Zeitungen gesammelt werden. Eine Box hat eine Kapazität von 150 Zeitungen und wird kontinuierlich von einem Sensor beobachtet. Ist die Kapazität der Box erreicht, wird diese entfernt und eine neue leere Box zwecks Befüllung automatisch bereitgestellt.

Die Ladefläche (L: 1000, B: 50, H: 20) von einem autonom fahrenden LKW hat eine Kapazität von 1000000 Körnern. Ein Korn wird als 3-dimensionale Matrix (L: 5, B: 5, H: 10) und den Zeichen [p,m,s] dargestellt. Die Schale wird mit dem Zeichen p (peel) dargestellt. Der Mehlkörper wird als 3-dimensionale Matrix (L: 3, B: 3, H: 8) und den Zeichen m (meal) und s (seedling) dargestellt. Das Zeichen s befindet sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 3% an einer Position. Der Wartebereich für die LKW hat fünf nebeneinander angeordnete Parkbuchten. Vor jeder Parkbucht befindet sich eine Ampel (Status: rot und grün) mit initial dem Status rot. Zu Simulationszwecken wartet in jeder Parkbucht ein LKW auf die Abfertigung. Die Abfertigung wird sukzessive von links nach rechts durchgeführt. Das zentrale Kontrollcenter sendet das Kommando TLGreen an die Ampel und diese schaltet von dem Status rot auf grün. Die Ampel verfügt über einen Sensor. Nachdem der LKW die Ampel passiert hat, sendet der Sensor das Kommando TLRed an die Ampel und diese schaltet von dem Status grün auf rot. Der LKW beobachtet mit einer Kamera kontinuierlich die korrespondierende Ampel und fährt beim Status grün zum Kontrollbereich. Der Kontrollbereich ist mit zwei Schranken, einer Ampel und einem Sensor ausgestattet. Der LKW fährt an die erste Schranke und das Kontrollcenter wird durch Sensor automatisch informiert. Das zentrale Kontrollcenter sendet ein Kommando zum Öffnen der Schranke. Der LKW passiert die Schranke und hält im Kontrollbereich. Ein weiterer Sensor registriert dies und sendet ein Kommando zum Schließen der ersten Schranke. Befindet sich der LKW im Kontrollbereich, wird das Kontrollcenter automatisch informiert und sendet ein Kommando an drei Saugrohre: (i) Probe (L: 10, B: 10, H: 2) von der Oberfläche; (ii) Probe (L: 25, B: 5, H: 5); (iii) Probe (L: 5, B: 5, H: 20). Die Positionen für die Entnahme der Proben sind zufällig bestimmt und überlappen sich nicht. Nach der Entnahme der Proben werde diese zwecks Qualitätskontrolle an das Labor gesandt. Der Grenzwert für das Zeichen s liegt bei mindestens 2%. Das Kontrollcenter wird automatisch über das Laborergebnis informiert. Wird der zulässige Grenzwert unterschritten, sendet das Kontrollcenter ein Kommando zum Öffnen der ersten Schranke und der LKW verlässt den Kontrollbereich. Ist der zulässige Grenzwert erfüllt, sendet das Kontrollcenter ein Kommando zum Öffnen der zweiten Schranke und der LKW passiert.

S35 // Tropensturm

Eine Insel auf der Südhalbkugel wird als Matrix (L: 500, B: 200) und den Zeichen [b,c,d,e,f,h] dargestellt. Standardmäßig ist das Zeichen f (field) vorhanden. Auf der Insel werden die Objekte (i) 500 Gebäude (b), (ii) 1000 Autos (c), (iii) Energieversorgung (e) und (iv) Häuser (h) zufällig verteilt. Die Objekte (i)-(iv) überlagern sich nicht. Ein Tropensturm wird dargestellt als Matrix (B: 20, L: 20) und den Zeichen [0,1]. Das Zeichen 1 befindet sich mit der Wahrscheinlichkeit 0,65 an einer Position. Jede Sekunde wird die Matrix im Uhrzeigersinn um 90° gedreht. Zu Simulationszwecken trifft der Tropensturm unten links auf die Insel und ändert mit der Wahrscheinlichkeit 0,20 seine Richtung um 1 nach links oder rechts (zufällig bestimmt). Trifft eine 1 auf ein Objekt (i)-(iv) wird dies mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,3 zerstört (d) Die Simulation dauert 90 Sekunden. Nach der Simulation begutachten 20 Drohnen das Ausmaß der Schäden. Die Drohnen werden von dem Kontrollcenter über die Kommandos Start, Move(x,y) und Analyse gesteuert. Eine Drohne analysiert einen Bereich (L: 25, B: 200). Nach Abschluss der Analyse wird das Kontrollcenter automatisch informiert.

In einem Einkaufscenter existieren 150 Regale mit je fünf Etagen. Eine Etage hat fünf Fächer. Ein Fach hat 25 Stellplätze. In einem Fach befinden sich initial 10-25 Exemplare (zufällig) eines Artikels. Das Einkaufscenter bietet 3000 verschiedene Produkte. Es werden die Produktkategorien A, B, C, D, E und F unterschieden. Die prozentuale Verteilung der Produkte gestaltet sich wie folgt: (i) A: 5%, (ii) B: 10%, (iii) C: 25%, (iv) D: 40%, (v): 10% und (vi): 10%. Absteigend sortiert nach der Produktkategorie werden die Regale sukzessive von oben links nach unten rechts mit den Produkten befüllt. Zu Simulationszwecken kaufen 1000 Kunden 5-15 Artikel. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% wird ein Artikel mehrfach (2-3) gekauft. An der Kasse wird jedes einzelne Produkt gescannt und die Transaktion in einem Repository aufgezeichnet. Die Fächer werden von einem Kontrollcenter kontinuierlich beobachtet. Sobald ein Fach weniger als drei Produkte beinhaltet, wird das Kontrollcenter automatisch informiert. Das Kontrollcenter beauftragt einen Mitarbeiter mit der Befüllung des korrespondierenden Fachs, sodass 10-25 Exemplare (zufällig) für den Verkauf zur Verfügung stehen. Bei Bedarf kann ein Bericht (Datum/Uhrzeit, Artikel gruppiert nach Produktkategorie, absteigende Sortierung nach Anzahl) durch eine Abfrage auf das Repository der Kasse generiert werden.

S37 // Routen-Management

Das Routen-Management (Computer) in einem Flugzeug wird über ein Rad gesteuert. Es stehen drei Hauptmenü (i) flight, (ii) check point und (iii) cost management zur Verfügung. Nachfolgend sind die Untermenü definiert: flight ► source, destination, aircraft, distance; check point ► add, change, undo; cost management ► index, modify, undo. Initial befindet sich der Computer im Status S0. Durch das Drehen des Rades nach links (zurück) und rechts (vor) im Status S0 wird in dem Hauptmenü navigiert. Wird das Rad gedrückt, wird der Hauptmenüeintrag selektiert und Wechsel in den Status S1. Durch das Drehen des Rades nach links (zurück) und rechts (vor) im Status S1 wird im Untermenü navigiert. Der Untermenüeintrag wird durch Drücken des Rades selektiert und Wechsel in Status S2. Der Pilot trägt einen beliebigen Wert ein. Das Drücken des Rades im Status S2 übernimmt den Wert und Wechsel in Status S1. Das Drehen des Rades nach links oder rechts verwirft die Eingabe und Wechsel in Status S1. Das Rad sendet ein Kommando an den Computer zwecks Ausführung. Wird der Eintrag undo selektiert und das Rad gedrückt, wird eine Meldung (Einträge yes und no) angezeigt und Wechsel in Status S3. Initial ist der Eintrag no selektiert. Wird das Rad nach links gedreht, wird der Eintrag yes selektiert. Wird das Rad bei Selektion des Eintrag yes nach rechts gedreht, wird der Eintrag no selektiert. Ist im Status S3 yes selektiert und es wird das Rad gedrückt, wird der Wert vor der Modifikation durch modify wiederhergestellt und Wechsel in Status S2. Ist im Status S3 no selektiert und es wird das Rad gedrückt, bleibt der Wert unverändert und Wechsel in Status S2.

Zu Simulationszwecken wird ein Wasserreservoir zu einem Staudamm als 3-dimensionale Matrix (L: 1000, B: 1000, H: 100) und den Zeichen w (Wasser) dargestellt. Der Staudamm verfügt über vier Tore. Hinter jedem Tor befinden sich zwei Turbinen für die Erzeugung von Energie. Die Tore und Turbinen werden von einem Kontrollcenter über die Kommandos (i) ChangeDoor(id), (ii) ChangeTurbine(id) gesteuert. Initial befinden sich die Tore im Status SD0 (geschlossen) und Turbinen im Status ST0 (inaktiv). Das Kommando ChangeDoor im Status SD0 öffnet das korrespondierende Tor und Wechsel in Status SD1. Im Status SD1 fließen 10000 Zeichen w pro Sekunde durch die Turbine. ChangeDoor im Status SD1 erhöht auf 20000 Zeichen w pro Sekunde und Wechsel in Status SD2. ChangeDoor im Status SD2 erhöht auf 30000 Zeichen w pro Sekunde und Wechsel in Status SD3. ChangeDoor in Status SD3 schließt das Tor, keine Zeichen w und Wechsel in Status SD0 (geschlossen). Das Kommando ChangeTurbine im Status ST0 aktiviert die Turbine und Wechsel in Status ST1. ChangeTurbine im Status ST1 deaktiviert die Turbine und Wechsel in Status ST0. Der Generator wandelt je 500 Zeichen w in 125 4-stellige Blöcke (2x 0, 2x 1, zufällig angeordnet) um. Von der Turbine werden je 125 Blöcke über den ersten Adapter an die zentrale Speichereinheit (Format. Hexadezimal) übertragen. Der erste Adapter wandelt den 4-stelligen Block in Hexadezimal um. Die Speichereinheit verfügt über einen 4-poligen Anschluss. Ein Elektroauto besitzt einen 2-poligen Anschluss. Um die Speichereinheit mit dem Elektroauto zu verbinden, existiert ein zweiter Adapter.

S39 // Recyclinganlage

Der Laderaum von einem Recycling-Fahrzeug wird als 3-dimensionale Matrix (L: 5000, B: 500, H: 100) dargestellt. Der Inhalt des Laderaums wird mit den Zeichen (i) M (Metall), (ii) G (Glas), (iii) P (Plastik und (iv) Restmüll (W) dargestellt. Die Zeichen sind verteilt (i) 8%, (ii) 24%, (iii) 48% und (iv) 20% und vermischt (shuffle). Zu Simulationszwecken wird der Laderaum blockweise (L: 1, B: 500, H: 100) geleert und auf eine Fläche (H: 1, L: 500, B: 100) abgelegt. Die Elemente der Fläche sind von unten links nach oben rechts aufsteigend nummeriert (001--50000). Im ersten Schritt werden die Zeichen auf der Fläche von einer Kamera zeilenweise von unten links nach oben rechts klassifiziert und die Positionen je Zeichen in einem Repository gespeichert. Vier Roboter an den Ecken der Fläche legen die Objekte in Boxen. Eine Box für Zeichen (i) - (iv) hat ein Fassungsvermögen von 1000 Zeichen, die Box für W hat ein Fassungsvermögen von 5000 Zeichen. Ein Roboter bearbeitet pro Iteration eine Fläche von 25x25. Zu Beginn der Simulation wird ein Plan vom Kontrollcenter definiert, sodass die gesamte Fläche von den vier Robotern bearbeitet wird. Eine balancierte Auslastung und Minimierung der Wegstrecken wird angestrebt. Ein Roboter wird über die Kommandos Start, Move(x,y), Take, Put und Shutdown gesteuert. Ein Roboter bearbeitet zunächst sukzessive die Zeichen (i)-(iv) und W pro zugeordneten Teilbereich und legt mit Put diese in die korrespondierende Boxen. Das Kontrollcenter erstellt – basierend auf den Informationen des Repository – eine Liste mit den Kommandos, die dann von Robotern im Batch-Modus ausgeführt werden. Nebenläufigkeit ist nicht zu implementieren. Zu Simulationszwecken werden die Teilflächen von unten links nach oben rechts sukzessive von den Robotern bearbeitet.

Der durch die Deutsche Flugsicherung (DFS) zu überwachende Luftraum wird als Matrix (L: 350, B: 350) dargestellt. Zu Simulationszwecken werden je 125 Flugzeuge an zufälligen unterschiedlichen Positionen entlang der Ränder (Norden, Süden, Westen und Osten) platziert. Pro Sekunde bewegt sich ein Flugzeug geradlinig um 1 vorwärts in Richtung des gegenüber der Startposition liegenden Randes. Jedes Flugzeug erhält von der DFS vor dem Start eine initiale Flughöhe (10500 - 12000) zugewiesen. Das Flugzeug steigt mit 750 pro Sekunde. Der Mindestabstand bezüglich Flughöhe beträgt 300. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,1 teilt der Fluglotse pro Sekunde nach dem Erreichen der initialen Flughöhe eine um +/- 300 veränderte Flughöhe dem Piloten mit. Hierzu stehen dem Fluglotsen die Kommandos `Climb(airplaneID,flightLevel)` und `Descent(airplaneID,flightLevel)` zur Verfügung. Ein Systemprozess unterstützt den Fluglotsen und überwacht den Luftraum bezüglich Kollisionen. Befinden sich zwei Flugzeuge auf Kollisionskurs, wird der Fluglotse automatisch vom Systemprozess informiert. Die vom Systemprozess vorgeschlagenen Kommandos werden vom Fluglotsen validiert und unmittelbar an die beiden Flugzeuge zwecks Vermeidung der Kollision kommuniziert.

S41 // Zutrittskontrolle

Eine Zutrittskontrolle hat eine vordere und hintere Tür. Initial ist die vordere und hintere Tür geschlossen. Neben der vorderen Tür befindet sich ein Lesegerät mit zwei Flächen (i) linker Zeigefinger und (ii) rechter Zeigefinger sowie ein Pad für die Eingabe von Zahlen. Die Fingerkuppe wird als Matrix (L: 100, B: 100) dargestellt. Der Index der Matrix beginnt oben links mit 0 und endet unten rechts mit 9999. Die Varianten für Fingerabdrücke sind (i) 1 bei Twin Prime, (ii) 1 bei Primzahl-Palindrom, (iii) 1 bei Left-Truncable Prime, (iv) 1 bei Right-Truncable Prime und (v) 1 bei Rhonda-Number. Beispielsweise ist bei Variante (ii) und dem Index 13 eine 1 gesetzt, da 13 ein Primzahl-Palindrom ist. Auf dem Proxy sind folgende Informationen zu den Mitarbeitern hinterlegt (a) E01 ► l (i), r (iv); (b) E02 ► l (ii), r (iii); (c) E03 ► l (i), r (v) sowie zwei Passwörter. Passwort 01 ist der letzte Primzahl-Faktor und Passwort 02 die Anzahl der Teiler des Geburtsdatums (i) E01 ► 01.01.1970; (ii) E02 ► 09.05.1980; (iii) E03 ► 20.12.1962 in Unix-Sekunden. Im ersten Schritt gibt der Mitarbeiter seine Nummer (z.B. 02) auf dem Pad ein und legt danach die Zeigefinger auf die Flächen. Ein Systemprozess beobachtet kontinuierlich die beiden Flächen. Sobald beide Finger anliegen, startet der Lesevorgang. Bei nicht erfolgreicher Validierung erscheint auf dem Pad Error und beide Türen bleiben geschlossen. Nach erfolgreicher Validierung erscheint auf dem Pad „Password 01“ oder „Password 02“ (zufällig). Der Mitarbeiter gibt das notwendige Passwort ein. Bei nicht erfolgreicher Validierung erscheint auf dem Pad Error, beide Türen bleiben geschlossen und der gesamte Vorgang abgebrochen. Bei erfolgreicher Validierung öffnet sich die vordere Tür. Durch einen Sensor in der Schleuse wird das Betreten des Mitarbeiters registriert und die vordere Tür schließt sich. Die hintere Tür öffnet sich und der Mitarbeiter verlässt die Schleuse. Der Sensor registriert das Verlassen und die hintere Tür schließt sich.

Ein Logistikzentrum verfügt über 5 Laderampen (3x Entladung, 2x Beladung). In dem Logistikzentrum werden Ananas (P), Bananen (B), Orangen (O), Äpfel (A) und Kiwi (K) in Paletten umgeschlagen. Ein LKW hat eine Lagekapazität (L: 25, B: 5, H: 5) für 625 Paletten. Das Logistikzentrum hat einen Wartebereich mit 20 Stellplätzen für LKW. Die LKW T01-T10 entladen und die LKW T11-T20 beladen. Zu Simulationszwecken sind folgende Ladepläne definiert: T01 ► P, T02 ► A, T03 ► P, T04 ► K, T05 ► O, T06 ► O, T07 ► A, T08 ► K, T09 ► B, T10 ► B; (P,B,O,A,K) T11 ► (182,198,11,188,131), T12 ► (252,106,190,0,248), T13 ► (0,171,0,93,78), T14 ► (133,287,0,295,61), T15 ► (75,32,227,50,0), T16 ► (199,0,225,0,111), T17 ► (126,206,387,92,190), T18 ► (190,22,17,140,0), T19 ► (93,73,0,152,431), T20 ► (0,155,193,240,0). Die LKW werden entladen von vorne links oben nach hinten rechts unten. Die LKW werden beladen von hinten links unten nach vorne rechts oben.

S43 // Langton-Ameise

Die Ameise bewegt sich in einem Quadratgitter (L: 1000, B: 1000) aus Feldern, die entweder schwarz oder weiß sein können. In der Ausgangssituation sind alle Felder weiß und die Ameise sitzt auf einem der Felder und schaut in eine bestimmte Richtung. Der Übergang zum nächsten Zustand erfolgt nach folgenden Regeln (i) Auf einem weißen Feld drehe 90 Grad nach rechts; auf einem schwarzen Feld drehe 90 Grad nach links, (ii) Wechsle die Farbe des Feldes (weiß nach schwarz oder schwarz nach weiß) und (iii) Gehe zum nächsten Feld in der aktuellen Blickrichtung. Das System für die Simulation unterscheidet drei Rollen Administrator, Analyst und Viewer. Die Benutzer (i) U01 ► Administrator, (ii) U02 ► Analyst und (iii) U03 ► Viewer und die verschlüsselten Passwörter sind auf dem zentralen Proxy registriert. Für die Verschlüsselung der Passwörter stehen die Verfahren MD5, SHA-1 und SHA-256 zur Verfügung. Das angewandte Verfahren der Verschlüsselung wird einmalig in einer zentralen Konfiguration definiert. Das System wird über die Kommandos (i) Create, (ii) ColorBlack (x,y), (iii) PlaceAnt(x,y), (iv) Run(#) und (v) View gesteuert.

S44 // Finanzbuchhaltung

In einer Finanzbuchhaltung werden Aktiv- und Passivkosten unterschieden. Ein Konto ist charakterisiert durch Soll (linke Seite) und Haben (rechte Seite). Aktivkonto ► Soll: Anfangsbestand, Mehrungen; Haben: Minderungen. Passivkonto ► Soll: Minderungen; Haben: Anfangsbestand, Mehrungen. Mit den Kommandos (i) Login(user,password); (ii) Create(name,type,initialBalance) ► Anlegen eines Kontos; (iii) Book(debit,credit,amount) ► Buchung Soll an Haben; (iv) Undo ► Letzte Buchung rückgängig; (v) View(account) ► Stand Konto und Transaktionen; (vi) ViewChangeLog ► Anzeige Änderungsprotokoll. Es werden die Rollen (i) Administrator, (ii) Clerk und (iii) Viewer unterschieden. Die Rolle Administrator ist berechtigt, die Kommandos Login, Create und ViewChangeChangeLog auszuführen. Die Rolle Clerk ist berechtigt die Kommandos Book, Undo und View auszuführen. Die Rolle Viewer ist berechtigt, das Kommando View auszuführen. Ein Benutzer ist mit Name, Passwort (verschlüsselt mit MD5) und Rolle auf einem Proxy registriert. Ein Änderungsbeleg ist charakterisiert durch (i) fortlaufende ID, (ii) Zeitstempel in Unix-Sekunden, (iii) Soll-Konto, (iv) Haben-Konto, (v) Betrag, (vi) Typ [Buchung | Storno] charakterisiert. Zu Simulationszwecken werden je drei Aktiv- und Passivkonten erstellt, 25 Buchungen durchgeführt und 3 Buchungen storniert.

Das Wasserbecken in einem Reaktor wird als Matrix (L: 500, B: 100, H: 20). Ein Brennstab wird als Matrix (L: 2, B: 2, H: 20) mit den Zeichen U dargestellt. An den Positionen (50,25), (100,25), (150,25), (200,25), (250,25), (300,25), (350,25), (400,25), (450,25), (50,75), (100,75), (150,75), (200,75), (250,75), (300,75), (350,75), (400,75), (450,75) platziert. Die Brennstäbe werden in das Wasserbecken eingesetzt und im nächsten Schritt das Becken mit dem Zeichen w befüllt. Der Reaktor wird von einem zentralen Kontrollcenter gesteuert. Aus Sicherheitsaspekten verfügt das Kontrollcenter über Schleuse mit einer vorderen und hinteren Tür. Initial sind beide Türen geschlossen. Neben der vorderen Tür befindet sich ein Scanner für die Iris sowie ein Pad für die Eingabe. Die Iris wird als Matrix (L: 50, B: 50) dargestellt. Der Index der Matrix beginnt oben links mit 0 und endet unten rechts mit 2499. Die Varianten für die Iris sind (i) 1 bei Balanced Prime, (ii) 1 bei Safe Prime, (iii) 1 bei Prime Quadruplet, (iv) 1 bei Strobogrammatic Prime und (v) 1 bei Strong Prime. Auf dem Proxy sind folgende Informationen zu den Mitarbeitern hinterlegt (a) E01 ► (i), (b) E02 ► (ii), (c) E03 ► (iii), (d) E04 ► (iv) und (e) E05 ► (v) sowie das 5-stellige alphanummerische Passwort in verschlüsselter Form. Für die Verschlüsselung des Passworts stehen die Verfahren MD5, SHA-256 und AES zur Verfügung. Das angewandte Verfahren der Verschlüsselung wird einmalig in einer zentralen Konfiguration definiert. An dem Scanner befindet sich ein Sensor, der die Iris registriert und den Scanner durch das Kommando Scan aktiviert. Nach erfolgreicher Validierung der Iris aktiviert der Scanner mit dem Kommando Activate das Pad. Der Mitarbeiter gibt das Passwort ein. Anhand der eindeutigen Iris ermittelt das System das Passwort. Im Falle einer nicht erfolgreichen Validierung des Passworts wird das Pad deaktiviert und der Vorgang abgebrochen. Bei einer erfolgreichen Validierung sendet das Pad das Kommando Open an die vordere Tür, diese öffnet sich und der Mitarbeiter betritt die Schleuse. Der Sensor in der Schleuse registriert das Betreten des Mitarbeiters und die vordere Tür wird durch das Kommando CloseDoor geschlossen.

S46 // 2-Faktor Authentifizierung

Das Lesegerät hat ein Slot für das Einlesen der Karte und ein Tastaturfeld für die Eingabe der numerischen 4-stelligen PIN. Die Karte wird dargestellt als Matrix (L: 50, B: 20) und dem Zeichen *. An der Position (5,5) befindet sich ein Magnetstreifen mit den verschlüsselten Informationen zu | Name | Bereich | gültig bis | PIN | Status | wie beispielsweise Max Mustermann | ZKS80 | 31.12.2020 | 7038 | A |. Die Informationen zu | Name | Bereich | gültig bis | PIN | Status | werden auf dem Magnetstreifen mit SHA-256 und auf dem Proxy mit AES verschlüsselt. Der Mitarbeiter führt die Karte innerhalb von einer Sekunde vollständig in den Slot vom Lesegerät ein. Ein Systemprozess im Lesegerät beobachtet über einen Sensor kontinuierlich den Slot. Sobald die Karte vollständig eingeführt wurde, beginnt der Systemprozess die Validierung. Es wird geprüft (i) ob der Name auf dem Proxy registriert ist, (ii) die Gültigkeit und (iii) der Status. Eine ungültige und/oder deaktivierte Karte wird vom Lesegerät abgewiesen und zurückgegeben – das LED am Lesegerät leuchtet rot. Bei erfolgreicher Validierung leuchtet das LED am Lesegerät blau und der Mitarbeiter gibt die 4-stellige PIN über das Tastaturfeld ein. Der Systemprozess beobachtet über einen Sensor kontinuierlich die Eingabe. Sobald vier Werte eingegeben wurden, validiert der Systemprozess die eingegebene PIN mit der Information auf dem Proxy. Bei nicht erfolgreicher Validierung leuchtet die LED am Lesegerät rot. Bei erfolgreicher Validierung leuchtet die LED am Lesegerät grün und der Mitarbeiter kann die Zugangstür öffnen.

Ein Geldautomat besteht aus (i) einem Eingabefeld (0-9), (ii) einer Bildschirmanzeige, (iii) zwei Buttons B01 und B02, (iv) einem Slot für die Einführung der Karte, (v) einem Slot für die Ausgabe von Geldscheinen und (vi) einem Slot für die Ausgabe der Quittung. Die Karte wird dargestellt als Matrix (L: 50, B: 20) und dem Zeichen *. An der Position (5,5) befindet sich ein Magnetstreifen mit den in SHA-256 verschlüsselten Informationen zu | Name | IBAN | PIN | Anzahl Fehleingaben | Status | – beispielsweise Max Mustermann | DE12500105170648489890 | 9103 | 0 | A |. Initial befindet sich der Geldautomat im Status S0. Im Status S0 hat das Drücken der Buttons folgende Funktionalität: (i) B01 ► Umschalten der Sprache DE, EN, (ii) B02 ► Hilfe. Nachdem die Karte in den Slot eingeführt wurde, wechselt der Geldautomat nach Status S1 und über die Bildschirmanzeige erfolgt die Aufforderung zur Eingabe der PIN. Im Status S1 hat das Drücken der Buttons folgende Funktionalität: (i) B01 ► Abbruch, (ii) B02 Hilfe. Der Kunde gibt seine PIN ein und das System validiert diese anhand der Informationen auf dem Magnetstreifen. Bei nicht erfolgreicher Validierung erscheint die Fehlermeldung „PIN incorrect - 2 possible attempts remaining“ und das Attribut „Anzahl Fehleingaben“ auf der Karte wird von initial 0 um 1 erhöht. Bei dreimaliger inkorrekt eingabe hat das Attribut „Anzahl Fehleingaben“ den Wert 3, das Attribut „Status“ den Wert D und Wechsel nach Status S2. Im Status S2 hat das Drücken der Buttons folgende Funktionalität: (i) B01 ► Rückgabe, (ii) B02 ► Hilfe. Wird (erneut) eine Karte mit dem „Status“ D in den Slot eingeführt, wird diese einbehalten, es scheint die Meldung „Card withdrawn“ auf der Bildschirmanzeige und es erfolgt ein Wechsel nach Status S0. Bei korrekter Eingabe der PIN wechselt der Status nach S3 und über die Bildschirmanzeige erfolgt die Aufforderung zur Eingabe des Betrags. Es stehen die Geldscheine 1, 3, 5, 20, 50 und 100 zur Verfügung. Im Status S3 hat das Drücken der Buttons folgende Funktionalität: (i) B01 ► Bestätigung, (ii) B02 ► Abbruch. Der Kunde gibt den Betrag 193 Euro ein und drückt den Button B01. Die Karte wird zurückgegeben, die Geldscheine über den Slot ausgegeben und Wechsel nach Status S0. Die Anzahl der ausgegebenen Geldscheine ist zu minimieren.

S48 // Vulkan

Zu Simulationszwecken besteht der Deckel eines Vulkans auf neun Hauptplatten (3x3). Die Hauptplatte besteht aus 16 Platten (4x4). Eine Platte wird initial mit dem Zeichen r (Gestein) dargestellt. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.005 entsteht an einer Position der Platte ein Riss, dargestellt durch das Zeichen s. Die Wahrscheinlichkeit eines Risses der benachbarten Zeichen s um das Zeichen r erhöht sich auf 0.01. Bei mehr als 8 Zeichen r einer Platte bricht diese auseinander (alle Zeichen s → r). Sind mehr als 10 Platten einer Hauptplatte auseinandergebrochen, bricht diese (alle Zeichen s → I). Von einem zentralen Kontrollcenter wird der Vulkan kontinuierlich überwacht. Jede Hauptplatte verfügt über einen Sensor und das Kontrollcenter wird informiert, wenn eine Hauptplatte auseinanderbricht. Das Kontrollcenter verfügt über eine Drohne. Diese Drohne wird vom Kontrollcenter über die Kommandos Start, North, South, West, East, Picture und Shutdown gesteuert. Bei 25%, 50% und 75% auseinandergebrochenen Hauptplatten sendet das Kontrollcenter mit Start die Drohne zu dem Vulkan. Spiralförmig von oben links nach unten rechts wird die Drohne vom Kontrollcenter über die Hauptplatten navigiert und mit dem Kommando Picture ein „Bild“ der Hauptplatte übertragen. Nachdem von allen Hauptplatten Bilder angefertigt/versandt wurden, kehrt die Drohne zurück und wird mit Shutdown heruntergefahren.

Ein Flugzeug „Airbus A380“ verfügt über vier Triebwerke vom Typ „Rolls-Royce Trent 900“. Zu Simulationszwecken wird ein Luftstrom als Zeichenkette aaaabbaabbbbbaa dargestellt. Das Triebwerk besteht aus den Stufen (i) Einlauf für Luft, (ii) Verdichtung, (iii) Verbrennung und (iv) Abgas. Die Höchstgeschwindigkeit des Flugzeugs beträgt 1020 km/h bei 2550 Umdrehungen pro Minute. Aus Aspekten der Vereinfachung entspricht eine Umdrehung pro Minute 0.4 km/h. Der Einlauf für Luft hat zwei Einlässe. Bei einer Umdrehung pro Sekunde wird je Lufteinlass die Zeichenkette a2a2b2a2b2b2a angesogen. Die Verdichtung ist 3-stufig dynamisch implementiert (i) 4a2b2a4b2a, (ii) 4a2(ba)4b2a, (iii) 4a2(ba)2(2ba). Die erste Stufe hat 48, die zweite 72 und die dritte 96 Schaufeln. Die verdichtete Zeichenkette wird in die Kammer geleitet und durch Hinzufügen von 3x k an den Anfang der Zeichenkette – kkk4a2(ba)2(2ba) – gezündet. Als Abgas entsteht eine Kette mit dem Zeichen s in der Länge der Geschwindigkeit in km/h – beispielsweise 290x s für 290 km/h. Eine Schaufel besteht aus 4 Haupt-Elementen. Ein Haupt-Element besteht aus 10 Sub-Elementen. Ein Sub-Element besteht aus 5 Elementen. Die Struktur von einem Element wird als Matrix (L: 5, B: 20) und den Zeichen [+ | * | : | - | /] dargestellt. Die Struktur einer Zeile (L: 1, B: 15) ist ++-/-*+*-*+/-*+:-*++. In jedem Triebwerk existiert ein Steuermodul, welches die Stufen (i) bis (iv) koordiniert und Kommandos vom Bordcomputer empfängt. Zu Simulationszwecken sind die Phasen (i) Parking: 0 km/h, (ii) 5 Sekunden ► Taxi: 50 km/h; (iii) TakeOff: 8 Sekunden ► pro Sekunde +30 km/h = 290 km/h (V1); (iv) Climb: 15 Sekunden ► pro Sekunde +40 km/h = 890 km/h; (v) Descent: 22 Sekunden ► -25 km/h; (vi) Landing: 5 Sekunden ► pro Sekunde -60 km/h = 40 km/h abzubilden. Im Bordcomputer sind die Phasen gespeichert. Der Pilot drückt im Cockpit den Button Start und die für die Simulation definierte Sequenz wird sukzessive durchgeführt. Der Bordcomputer berechnet die notwendigen Umdrehungen pro Triebwerk und sendet die Kommandos IncreaseRPM(#), DecreaseRPM(#). Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.005 fliegt ein Vogel in der Phase Climb in ein zufällig ausgewähltes Triebwerk. Im Cockpit existiert je ein Button für das Abschalten eines Triebwerks. Der Pilot betätigt den Button und das Kommando Shutdown wird an das korrespondierende Triebwerk kommuniziert und dieses abgeschaltet.

Ein Frachtflugzeug hat im Innenraum auf der linken und rechten Seite je 20 Ladebereiche (S01-S20). Ein Ladebereich hat eine Kapazität für maximal drei aufeinandergestapelte Boxen. Eine Box hat an den Rändern am Boden je einen Sicherungsstift. Initial befindet sich der Stift im Status S0 (ungesichert). Nachdem eine Box in den Innenraum verladen wurde, werden die Sicherungsstifte sukzessive von einem Lademitarbeiter im Innenraum gedrückt und Wechsel in Status S1 (gesichert). Im Frachtflugzeug existiert ein Ladekran an einer Schiene in der Mitte unterhalb der Decke, der über die Kommandos Start, Left, Right, Take(Box), Up, Down, Move, Return, und Shutdown von einem Lademitarbeiter außerhalb des Innenraums über eine Konsole gesteuert wird. Jede Box hat eine einheitliche Größe und ein Gewicht von 75 bis 325 (zufällig bestimmt). Nach Generierung der Boxen wird in maximal 1 Mio. Iterationen ein Plan für eine weitestgehende ausbalancierte (linke und rechte Seite; S01-S10, S11-S20) Beladung erstellt. Von einem Zentrallager werden die Boxen sukzessive mit einem Gabelstapler zum Frachtflugzeug transportiert, vom Ladekran aufgenommen und gemäß Plan verladen. Nachdem alle Boxen verladen und gesichert wurden, wird im Display automatisch eine Meldung angezeigt.

Ein Bahnhof in X hat 10 Gleise (T01-T10). Je Gleis fährt ein Zug von X zu einer bestimmten Stadt A, B, C, D, E, F, G, H, I und J. Die Entfernungen sind wie folgt definiert (i) X ► A: 125, (ii) X ► B: 225, (iii) X ► C: 185, (iv) X ► D: 85, (v) X ► E: 85, (vi) X ► F: 50, (vii) X ► G: 85, (viii) X ► H: 250, (ix) X ► I: 115, (x) X ► J: 200. Im hat eine Kapazität von 500 Passagieren und es existieren die Klassen First, Business und Economy. In einem Repository sind 5000 Passagiere registriert. Jeder Passagier ist in dem Vielfahrerprogramm registriert. Bei dem Vielfahrerprogramm werden die Status (ii) Blue: bis 1999, (ii) Bronze: ab 2000, (iii) Silver: ab 4250, (iv) Gold: ab 6500 und (v) Platinum: ab 11500 Punkte unterschieden. Der initiale Status ist Blue. Nachfolgend ist das Regelwerk für die Berechnung der Punkte definiert (i) First: Entfernung * 2, (ii) Business: Ab der 3. bereits gefahrenen Strecke ► Entfernung * 2, (iii) Economy: Ab der 3. bereits gefahrenen Strecke ► Entfernung + 50, (iv) Alle Klassen: Jede 10. bereits gefahrene Strecke ► Entfernung * 3. In Abhängigkeit von dem Status existieren im Bahnhof drei Lounges (i) L01: Blue, (ii) L02: Bronze und Silver und (iii) L03: Gold und Platinum. Eine Lounge hat eine Kapazität für maximal 2500 (25 Reihen mit je 100 Sitzplätzen) Passagiere sowie eine Anzeige mit der Stadt und dem Gleis. Die in der Lounge sitzenden Passagiere beobachten kontinuierlich die Anzeige. Wird die Anzeige mit der Stadt und dem Gleis aktualisiert, verlassen die für diesen Zug registrierten Passagiere die Lounge und begeben sich zum Zug. Zu Simulationszwecken werden 150 Iterationen durchgeführt. Nachfolgend ist der Ablauf je Iteration aufgeführt. Je Strecke werden 500 Passagiere (First: 5%, Business: 15% und Economy: 80%) zufällig selektiert. Nachdem die 5000 Passagiere den Zügen zugeordnet wurden, begeben diese sich sukzessive durch die Sicherheitskontrolle zu den – in Abhängigkeit von dem individuellen Status – korrespondierenden Lounges. Die Passagiere sitzen sich hin und beobachten die Anzeige bezüglich Aktualisierung. Sukzessive wird die Anzeige mit den Städten A-J und den korrespondierenden Gleisen T01-T10 aktualisiert.

S52 // Mobile Hebebühne

Eine mobile Hebebühne bietet eine Platte auf dem maximal zwei Mitarbeiter stehen können. Die Hebebühne wird von einem Mitarbeiter über eine Konsole gesteuert. Zum Starten der Hebebühne wird ein Schlüssel (L: 125, B: 25) benötigt. Der Index der Matrix beginnt oben links mit 0 und endet unten rechts mit 3124. Bei einem passenden Schlüssel ist der Wert 1 bei einem Index gesetzt, sofern der Index eine Permutierbare Primzahl ist – ansonsten der Wert 0. Beispielsweise ist bei dem Index 113 eine 1 gesetzt, da 113 eine Permutierbare Primzahl (113, 331, 313) ist. Die Konsole hat einen Zylinder und eine Bedienknopf. Initial befindet sich die Hebebühne im Status S0. Wird im Status S0 der passende Schlüssel in den Zylinder eingeführt, wechselt der Status nach S1. Wird im Status S1 der Schlüssel nach rechts gedreht oder der Bedienknopf gedrückt, wird die Hebebühne aktiviert und Wechsel nach Status S2. Wird im Status S2 der Button gedrückt, wird die Bühne pro Sekunde um 0.2 angehoben und Wechsel nach Status S3. Wird im Status S3 der Button gedrückt, stoppt die Bühne und Wechsel nach Status S4. Wird im Status S4 der Button gedrückt, wird das Anheben der Bühne mit 0.2 pro Sekunde bis auf eine maximale Höhe von 4 fortgesetzt. Ist die maximale Höhe erreicht, stoppt die Bühne und Wechsel nach Status S5. Wird im Status S5 der Button gedrückt, senkt sich die Bühne um 0.2 pro Sekunde und Wechsel nach Status S6. Wird im Status S6 der Button gedrückt, stoppt die Bühne und Wechsel nach Status S7.

Eine Rakete besteht aus einem Zentralmodul Z und fünf Hauptmodulen M01-M05. Im Zentralmodul Z sind (i) vorne: Steuerung, Satellit und (ii) hinten: fünf Triebwerke integriert. Die Hauptmodule M01-M05 enthalten je ein Steuerungsmodul S und neun Brennstoffmodule B01-B09. Jedes Brennstoffmodul enthält drei Brennstoffzellen C01-C03. Eine Brennstoffzelle wird als Matrix (L: 5, B: 5, H: 25) und dem Zeichen E dargestellt. Durch die Kommandos LiftOff, Ignite, Detach(#), Remove und Release wird die Rakete gesteuert. Die Rakete ist senkrecht in einer Basis verankert. Die Raketenbasis wird zentral von einem Kontrollcenter überwacht bzw. gesteuert. Das Kontrollcenter sendet das Kommando LiftOff an die Steuerung der Rakete. Die Steuerung sendet das Kommando Ignite an das Steuerungsmodul S des ersten Hauptmoduls M01. Im Hauptmodul werden die Brennstoffmodule B01-B09 sukzessive verbraucht. Das Steuerungsmodul S sendet das Kommando Ignite an das erste Brennstoffmodul B01. Die Brennstoffzellen je Modul werden sukzessive verbraucht. Zu Simulationszwecken werden alle 200ms je 125x E einer Zelle von oben nach unten verbrannt. Die 125x E werden der Zelle entnommen und zu gleichen Anteilen (je 25x E) den Triebwerken zwecks Verbrennung zugeführt. Die Rakete steigt je 125x E um 54 m. Das Steuerungsmodul S beobachtet kontinuierlich über Sensoren den Status der Brennstoffmodule bzw. Zellen. Pro Brennstoffzelle existiert ein Sensor. Ist eine Brennstoffzelle verbrannt, wird das Steuerungsmodul S automatisch informiert. Das Steuerungsmodul S sendet erneut das Kommando Ignite an das Brennstoffmodul und die nächste Brennstoffzelle wird verbrannt. Das Zentralmodul Z beobachtet das Hauptmodul über einen Sensor im Steuerungsmodul S. Sind alle Brennstoffmodule eines Hauptmoduls verbrannt, wird das Zentralmodul Z automatisch informiert. Durch das Kommando Detach vom Zentralmodul Z an das Steuerungsmodul S wird das korrespondierende Hauptmodul abgetrennt und wird verglüht vollständig. Nach 135 Sekunden sind alle Hauptmodule abgetrennt und die Steuerung im Zentralmodul Z entfernt mit den Kommando Remove die obere Schutzkappe und der Satellit wird in einer Höhe von 36450 m durch das Kommando Release in das Weltall ausgesetzt.

Eine speicherbasierte Struktur (Composite) besteht aus Haupt- und Unterverzeichnissen und Dateien. Die Verzeichnisse sind vom Typ Datei. Zu Simulationszwecken werden 5 Hauptverzeichnisse mit je 1-5 (zufällig gewählt) Unterverzeichnissen erstellt. Je Unterverzeichnis werden 3-5 (zufällig gewählt) Dateien der Länge 50 und zufällig gewählten Zeichen aus dem Pool [a-z,0-9] abgelegt. Die Applikation wird über Kommandozeile und den Befehlen (i) Show ► Anzeige der hierarchischen Struktur und Dateiinhalte, (ii) Launch(url) ► Aufruf einer Website, (iii) Convert(string) ► Erstellung MD5-Prüfsumme zu einem Betrag als Wort, (iv) Pay(MD5-string) ► Bezahlen mit MD5-Prüfsumme und (v) Decrypt(pwd) ► Entschlüsselung. Ein Benutzer setzt die Kommandos (i) Show und (ii) Launch(www.black.devil) ein. Bei Aufruf der URL www.black.devil werden die Dateien mit den Verfahren AES oder DES verschlüsselt und die Meldung „Ransomware Attack – Pay \$250 (twohundredfifty)“ angezeigt. Mit dem Kommando Show wird die hierarchische Struktur mit den verschlüsselten Dateiinhalten angezeigt. Mit dem Kommando Convert(twohundredfifty) wird die MD5-Prüfsumme 616a6168ae04db079d83e44dcb7f762a erstellt. Mit dem Kommando Pay wird die generierte MD5-Prüfsumme an einen Proxy übermittelt und das hinterlegte Passwort für die Entschlüsselung angezeigt. Mit dem Kommando Decrypt(pwd) werden die Dateiinhalte entschlüsselt und mit dem Kommando Show die hierarchische Struktur angezeigt.

Eine automatische Passkontrolle an einem Flughafen besteht aus den Bereichen (i) Lesegerät für den Pass und zwei Türen, (ii) Schleuse mit Lesegerät für Gesicht und (iii) Ausgang mit zwei Türen. Aus Aspekten der Vereinfachung wird das Gesicht als Matrix (B: 250, H: 500) dargestellt. Die Elemente der Matrix zu dem Gesicht sind von oben links nach unten rechts von 1 bis 125000 durchnummeriert. Die Varianten für das Gesicht sind (i) 1 bei Mountain Prime, (ii) 1 bei Strobogrammatic Prime und (iii) 1 bei Fibonacci Prime. Der Pass wird dargestellt als Matrix (B: 250, H: 50) mit dem Magnetstreifen (B: 200, H: 2) beginnend bei der Position (25,45). Der Bereich um den Magnetstreifen wird aus zufällig gewählten Zahlen [0-9] erstellt. Auf dem Magnetstreifen sind die Informationen |name|vorname|geburtsdatum|positionen 1| gespeichert, wie beispielsweise |smith|david|01.01.1970|(22,1),(67,1), | Die Informationen auf dem Magnetstreifen sind verschlüsselt. Hierzu stehen die Verfahren AES und DES zur Verfügung. Die Person legt seinen Pass auf das Gerät und der Sensor sendet das Kommando Scan an die Leseinheit im Bereich (i). Das Lesegerät im Bereich (i) sendet die verschlüsselten Informationen zwecks Entschlüsselung an das Lesegerät im Bereich (ii). Nachdem der Pass eingelesen wurde, sendet das Gerät das Kommando Open an die beiden Türen im Bereich (i). Die beiden Türen öffnen sich und die Person betritt die Schleuse. Das Betreten wird durch den Sensor in der Schleuse registriert. Der Sensor in der Schleuse sendet das Kommando Close an die beiden Türen im Bereich (i) und das Kommando Decrypt und Scan an das Lesegerät im Bereich (ii) für das Gesicht. Die Informationen des Magnetstreifens werden entschlüsselt und das Gesicht zwecks Ermittlung der biometrischen Informationen gescannt. Das Lesegerät im Bereich (ii) validiert die biometrischen Informationen aus dem Pass mit denen des Scans. Nach erfolgreicher Validierung sendet das Lesegerät im Bereich (ii) das Kommando Open an die beiden Türen im Bereich (ii). Die Person passiert, ein Sensor hinter dem Bereich (ii) registriert dies und sendet das Kommando Close an die Türen im Bereich (ii). Die Türen schließen sich. Zu Simulationszwecken passieren drei Personen mit unterschiedlichen Gesichtern (Varianten) die automatische Passkontrolle.

S56 // Busdepot

Es werden drei verschiedene Typen B01, B02 und B03 von Bussen eingesetzt. Die Wartungshallen im Busdepot haben – in Abhängigkeit von dem Typ – drei Einfahrten. Je Einfahrt existieren vier Wartungsbühnen. Zu Simulationszwecken werden je Typ 25 Busse erstellt und in einem Parkbereich (B: 15, H: 5) mit 75 Parkplätzen zufällig angeordnet. Die Parkplätze und Einfahrten haben je eine Ampel (rot, grün). Die Ampeln stehen initial auf rot. Der Parkplatz, die Einfahrt und die Wartungsbühne verfügen über je einen Sensor. Über einen Zentralrechner erfolgt die Steuerung über Sensoren und Kommandos. Initial werden zufällig 12 Busse (je Typ 4) ausgewählt. Sukzessive fahren die Busse zu den Wartungshallen. Die Ampel eines Parkplatzes wird durch Green auf grün gesetzt und das Verlassen des Busses durch einen Sensor registriert. Nachdem der Bus innerhalb von 500ms den Parkplatz verlassen hat, wird die Ampel durch Red auf rot gesetzt. Der Bus fährt an die Einfahrt, ein Sensor registriert dies und die Ampel wird mit Green auf grün gesetzt. Innerhalb von 500ms passiert der Bus die Einfahrt, der Sensor registriert dies und die Ampel wird mit Red auf rot gesetzt. Innerhalb von 500ms befindet sich der Bus auf einer freien Wartungsbühne und die Ampel am nächsten Parkplatz wird mit Green auf grün gesetzt. Die Wartung eines Busses bzw. Belegung einer Bühne dauert 1-3 Sekunden (zufällig bestimmt).

Ein Camcorder hat zwei Schalter B01 und B02. Der erste Schalter B01 steuert die Aufnahme (record) und der zweite Schalter B02 das Abspielen (play). Initial sind beide Schalter im Status S0. Wird ein Schalter im S0 gedrückt, wechselt der andere Schalter nach Status SX (locked). Das gleichzeitige Drücken beider Schalter sowie eines Schalters im Status SX ist mit keiner Funktionalität verbunden. Wird der Schalter B01 im Status S0 gedrückt, beginnt die Aufnahme und Wechsel nach Status S1. Bei der Aufnahme wird alle 100ms ein Bild (B: 50, H: 50) mit zufällig gewählten Zeichen aus dem Bereich [a-z,0-9] erstellt und auf der Speicherkarte im Camcorder gesichert. Die Speicherkarte vom Typ A hat drei Ebenen. Bei Typ A existieren je Ebene 500 (B: 5, H: 100) Speicherplätze für je ein Bild. Bei Typ B existieren zwei Ebenen. Bei Typ B existieren je Ebene 450 (B: 10, H: 45) Speicherplätze für je ein Bild. Wird der Schalter B01 im Status S1 gedrückt, stoppt die Aufnahme und beide Schalter wechseln nach Status S0. Wird der Schalter B02 im Status S0 gedrückt, werden die Bilder mit der Geschwindigkeit 1x (Bild / Sekunde) angezeigt und Wechsel nach Status S1. Wird der Schalter B02 im Status S1 gedrückt, werden die Bilder mit der Geschwindigkeit 2x (Bild / 500ms) angezeigt und Wechsel nach Status S2. Wird der Schalter B02 im Status S2 gedrückt, werden die Bilder mit der Geschwindigkeit 4x (Bild / 250ms) angezeigt und Wechsel nach Status S3. Wird der Schalter B02 im Status S3 gedrückt, stoppt das Abspielen und beide Schalter wechseln nach Status S0. Standardmäßig unterstützt der Camcorder die Speicherkarte vom Typ A. Für die Nutzung der Speicherkarte vom Typ B wird ein Adapter genutzt. Das Drücken eines Schalters generiert ein Kommando an die Steuereinheit des Camcorders.

S58 // Servicecenter Triebwerk

Ein Flugzeug hat 4 Triebwerke. Für die Sensorik ist das Triebwerk in fünf Bereiche unterteilt. Je Bereich existieren 10 Sensoren. Ein Sensor ermittelt je Bereich fünf Telemetrie-Werte. Zu Simulationszwecken ist jeden der 250 Parameter P001-P250 ein zufällig gewählter Norm-Bereich [Minimum = 50, Maximum = 1000] mit der Schrittweite 25 zugeordnet – beispielsweise P001 [125, 325]. Pro Sekunde wird der Normbereich pro Parameter und Triebwerk mit den Wahrscheinlichkeiten (i) 5% ► um 5%, (ii) 3% ► um 10% und (iii) 1% ► um 20% überschritten. Das Servicecenter beobachtet die Sensoren und wird bei Überschreiten des Normbereichs eines Parameters automatisch informiert. Nachfolgend ist das Regelwerk für die Codes definiert: (i) C01 ► 1 Triebwerk und 1 Parameter +5%, (ii) C02 ► mindestens 2 Triebwerke und 1 Parameter +5%, (iii) C03 ► 1 Triebwerk und mindestens 2 Parameter +5%, (iv) C04 ► mindestens 2 Triebwerke und mindestens 2 Parameter +5% (v) C05 ► 1 Triebwerk und 1 Parameter +10%, (vi) C06 ► mindestens 2 Triebwerke und 1 Parameter +10%, (vii) C07 ► 1 Triebwerk und mindestens 2 Parameter +10%, (viii) C08 ► mindestens 2 Triebwerke und mindestens 2 Parameter +10%, (ix) C09 ► 1 Triebwerk und 1 Parameter +20%, (x) C10 ► mindestens 2 Triebwerke und 1 Parameter +20%, C11 ► mindestens 2 Triebwerke und mindestens 2 Parameter +20%. Nachfolgend sind die Zuständigkeiten der Teams definiert: (i) C01, C03 ► T01; (ii) C02, C04 ► T02; (iii) C05, C07 ► T01 und T02; (iv) C06, C08 ► T01, T02 und T03; (v) C09, C11 ► T03; C11 ► T04; C12 ► T05 und T05. Ein Team besteht aus drei Mitarbeitern. Jeder Mitarbeiter besitzt ein Smart Phone und wird automatisch informiert. Nach dem Meeting des/der Teams werden die Werte des/der korrespondierenden Parameter auf einen zufällig gewählten Wert innerhalb des Normbereichs gesetzt.

Eine Getränkeabfüllung wird zentral von einem Kontrollcenter über eine Konsole mit den Kommandos Login(user,password), Start, Order(type) und Info gesteuert. Der Benutzername und das Passwort sind zentral auf einem Proxy gespeichert. Das Passwort ist mit SHA-256 verschlüsselt. Ein Getränk besteht aus 10% Konzentrat (c) und 90% Wasser (w). Eine Flasche hat ein Fassungsvermögen von 330 Zeichen aus dem Pool [d]. Die leeren Flaschen werden auf Paletten – dargestellt als Matrix [L: 25, B: 20, H: 15] – gelagert. Eine Palette hat eine Kapazität von 6000 leeren Flaschen. In einem Zentrallager existieren 100 Lagerplätze (L: 10, B: 10). Ein Lagerplatz hat eine Kapazität für drei gestapelte Paletten. Initial ist das Zentrallager mit 300 Paletten zu 100% gefüllt. Die Paletten werden sukzessive von einem Roboter R01 zu einer Station transportiert. Ein Roboter R02 ist verantwortlich für die Bestückung der Anlage mit leeren Flaschen. R02 nimmt eine Reihe mit 25 Flaschen [B: 1, L: 25] von der Palette, dreht diese um 90° [H: 25, B: 1] und setzt die Flaschen als Linie in die Spur der Abfüllanlage. Die rotierende Abfüllanlage mit 25 Slots übernimmt die 25 Flaschen. R02 beobachtet mit einem Sensor die Spur und befüllt diese erneut. Die Abfüllanlage ist mit je einem Schlauch an den Tank T01 für Konzentrat [L: 100, B: 100, H: 100] und Tank T02 für Wasser [L:1000, B: 500, H: 500] angeschlossen. Ein Kontrollcenter beobachtet den Füllstand mit je einem Sensor. Ein Tankcluster hat eine maximale Kapazität von 25000. Bei einem Füllstand von 15% Konzentrat und 20% Wasser werden die Tankcluster vom Kontrollcenter beauftragt die notwendige Menge für die vollständige Befüllung des Tank T01 oder T02 zu liefern. Der korrespondierende Tank wird befüllt und die Befüllung der Flaschen fortgesetzt.

S60 // Tankstelle

Eine Tankstelle hat zwei Einfahrtsbereiche (i) PKW und (ii) LKW. In einem Einfahrtsbereich existieren sechs hintereinander angeordnete Säulen (i) Strom, (ii) Strom, (iii) Strom, (iv) Gas, (v) Benzin und (vi) Diesel. Die Zuordnung von den Energieträgern (Strom, Gas, Benzin und Diesel) zu den Fahrzeugen erfolgt nach dem Zufallsprinzip. Vor dem Einfahrtsbereich existiert ein Wartebereich mit 50 Parkplätzen (35 PKW und 15 LKW) und einer Anzeige. Der Parkplatz hat 5 Reihen mit je 10 Stellplätzen (P01-P50). Initial ist der Parkplatz zu 80% belegt. Die Fahrzeuge werden sukzessive in Abhängigkeit nach der Position (vorne links nach hinten rechts) und der Wartezeit aufgerufen. Der Tankvorgang an der Säule dauert zwischen 1-3 (zufällig bestimmt) Sekunden. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 30% treffen pro Sekunde 1-3 (zufällig bestimmt) Fahrzeuge ein und parken auf einem freien Stellplatz im Wartebereich. Die Zapfsäule hat drei Tasten B01, B02 und B03. Die Tasten B01 und B02 dienen der Erhöhung (B01) und Reduktion (B02) der gewünschten Menge (Minimum: 0; Maximum: 50; Schrittweite: 5). Die Taste B03 befindet sich initial im Status S0. Wird die Taste B03 im Status S0 gedrückt, erfolgt Wechsel in den Status S1. Am Ende des Verbindungsstücks zwischen Säule und Fahrzeug existiert ein Sensor. Sobald das Verbindungsstück mit dem Fahrzeug verbunden wurde, startet der Tankvorgang im Status S1. Nachdem die gewünschte Menge getankt wurde, wird das Verbindungsstück wieder in die Zapfsäule eingehalten. Ein Sensor registriert dies und der Status von B03 wechselt von S1 nach S2. Das Drücken des Buttons B01 selektiert die Zahlungsmethode Debit und B02 Credit. Wird der Button B03 im Status S2 gedrückt, wird die Zahlung mit der selektierten Methode durchgeführt. Nach dem Zahlungsvorgang wird die Quittung gedruckt und der Button B03 wechselt in den initialen Status S0. Das Fahrzeug verlässt die Säule und das nächste Fahrzeug wird über die Anzeigetafel aufgerufen.

Zielsetzungen

- a) Wiederholung und Vertiefung des Wissens zu Design Patterns.
- b) Praktische Anwendung der Design Patterns auf komplexe Aufgabenstellungen.
- c) Optimale Klausurvorbereitung im Hinblick auf eine vorzugsweise sehr gute Bewertung.

Wichtige Hinweise

- **Die Länge der Aufgabenbeschreibung ist keine Indikation für die Komplexität.**
- **Studium der Struktur und Funktionsweise der beteiligten Design Patterns.**
- **Pro Studierenden wird eine Aufgabe** bearbeitet.
- Die **Zuordnung** der **Aufgabe** zu einem Studierenden erfolgt **mit** einem **Zufallsgenerator**.
- **Bearbeitung** der Aufgaben **lokal** auf den Rechnern und Nutzung der Templates.
- Verwendung geeigneter **englischer** Begriffe für **Namen** und **Bezeichnungen**.
- **Modellierung** eines Klassendiagramms in Visual Paradigm.
Bitte
 - benennen Sie das Klassendiagramm mit <task_id>, z.B. s20.
 - benennen Sie die Datei mit <matrikelnummer>_<task_id>_dpt.vpp,
z.B. 3378535_s20_dpt.vpp.
 - **exportieren** Sie das Klassendiagramm als **PDF**-Datei mit einer A4-Seite im Querformat.
 - löschen Sie die *.bak-Dateien von Visual Paradigm.
- **Implementierung** einer einwandfrei lauffähigen Applikation in Java 11.
Bitte
 - erstellen Sie ein **IntelliJ-Projekt** im Verzeichnis <matrikelnummer>.
 - erstellen Sie ein **Paket** mit der Bezeichnung <matrikelnummer>, z.B. 3378535.
 - erstellen Sie für den Task ein **Unterpaket** mit der Bezeichnung <task_id>, z.B. s20.
 - nutzen Sie die **camelCase-Notation**, um die Lesbarkeit zu vereinfachen.
- **Clean-Up** und **Formatierung** des **Source Code**.
(Code ► Reformat Code [Optimize imports, Rearrange entries, Cleanup code])
- **Modellierung** und **Implementierung** wird mit **je 5 Punkten** bewertet.
- **Erstellung einer vollständigen 7-Zip-Datei.**
- **Namenskonvention:** dpt_<matrikelnummer>.7z
- **Zeitansatz:** 10 Stunden
- **Abgabetermin:** **Upload in Moodle bis spätestens Freitag, 21.02.2020**
- **Bewertung:** 10 Punkte, Testat