

## ***Ziel der Vorlesung***

Sie sollen **Ihr** Planungsproblem bei **Ihrer** Firma mit Methoden der Computational Intelligence in hoher **Qualität** lösen können und dies an Hand Ihrer Seminararbeit bzw. **Projektentwurf** zeigen.

## **Qualitätsziel**

**Objektive** Modellierung der Bewertung einer Planungslösung als Funktion  
(Zielfunktion in Operations Research, Fitness Funktion bei Evolutionären Algorithmen, Quality Function bei Rechenberg)  
mit Modellierung des Entscheidungsspielraums als Entscheidungsvariable (bzw. Genstring)  
und einzuhaltenden Restriktionen als Nebenbedingungen

Es soll **nicht** das **subjektive** Verhalten eines menschlichen Planers simuliert werden!  
Bei strukturierten Prozessen in Produktion und Transport mit Aufbereitung der Daten durch Digitalisierung sollte in der Regel die Computational Intelligence Lösung der menschlichen Intelligenz bei weitem überlegen sein (sowohl in Lösungszeit als auch in Lösungsqualität).

**Ziel der Projekt-Entwurfsskizze auf Power-Point-Folien** sollte sein

- Einführung in **Ihr** Optimierungsproblem
- **Formale Modellierung: Entscheidungsvariable, Zielfunktion**, Nebenbedingung
- Begründung, warum diese formale Modellierung zu Ihrer Anwendung passt
- Skizzierung eines ersten Lösungsansatzes:
  - Greedy-Verfahren** für erste Lösungen
  - Mutation** für lokale Verbesserung von Lösungen
  - Effizienzsteigerung wie Nachbarschaft, um schlechte Nachkommen zu vermeiden

Insbesondere für die Begründung der formalen Modellierung benötigen Sie **detailliertes Anwendungswissen!**

Die weiteren Verfeinerungen dieser Entwurfsskizze in der schriftlichen Ausarbeitung erst nach der online-Besprechung im März (Powerpoint-Skizze).

## ***Computational Intelligence - innovative Ideen mit Anwendung in Ihrem Bereich***

Bei Ihrem Programmmentwurf sollten Sie eine möglichst innovative Idee im Bereich Computational Intelligence entwickeln. Wie besprochen sollen alte, menschliche Planungsstrategien analysiert und durch Computational Intelligence (evolutionäre Optimierungsverfahren, gegebenenfalls ergänzt durch maschinelles Lernen) ersetzt werden. Hierbei ist Ihre Kreativität gefragt:

Wie können Sie in Ihrer Firma die Welt durch einen „digital Decision Maker“ etwas verbessern?!

Voraussetzung für akademische Transparenz bzw. rationale Objektivierung: Spezifikation einer Bewertungsfunktion, um die Verbesserung von diesen Entscheidungen messen zu können. Diese ist auch die Basis für lokale Verbesserungsverfahren bzw. Evolution.

Einige Denkipulse haben Sie bereits in den letzten beiden Tagen erhalten. Die evolutionären Methoden wurden an Beispielen aus dem Bereich Produktions- und Transportplanung demonstriert. Diese Einschränkung war aus didaktischen Gründen, damit Sie an diesen praxisnahen Beispielen die Effekte der Modellierungsalternativen leichter verstehen

- Repräsentation der Lösung als Genstring: binär, ganzzahlig, reelle Zahlen, Permutation
- Zugehörige Mutationen: Bitinversion, Änderung der Zahl, Änderung normalverteilt, (Swap, Insert, Teilstring-Inversion)

und wichtige Maßnahmen zur Effizienz

- Nachbarschaft (Austausch „ähnlicher Gene“)
- Evolution auf lokalen Minima

Diese Beispiele zeigten auch, dass in dieser Anwendung die Computational Intelligence der „menschlichen Intelligenz“ bei weitem überlegen ist (!).

Nachfolgend 4 weitere Beispiele als Anregung für Ihren Programmmentwurf.

Ein menschlicher „Decision Maker“ setzt bei vielen Verfahren intuitiv dessen Entscheidungsvariable= - Spielraum. Diese „Intuition“ bzw. Bauchgefühl soll durch Evolution optimiert werden.

## Beispiel 1: Adaptive Fahrwerkssteuerung

Für eine gute Straßenlage und Federungskomfort sind beim PKW die beiden Parameter Federkennung und Dämpfung verantwortlich. Eine schwache Dämpfung verursacht bei mehreren Bodenwellen ein Schaukeln mit der Gefahr, dass die Räder pulsierend belastet werden und dadurch beim Entlasten die Haftung verlieren. Eine zu starke Dämpfung wirkt steif und dadurch unkomfortabel.

Während der Fahrt kann man natürlich nicht die Federung auswechseln, aber beim adaptiven Fahrwerk die Dämpfung anpassen

### Evolutionärer Ansatz

Die einfachste Optimierung ist die Grundeinstellung ohne Adaption: Was ist die beste Kombination aus Dämpfung und Federkennung. Falls die Federkennlinie linear verläuft sind dies zwei Parameter:

$D$  = Dämpfung,  $F$  = Federkraft.

Falls die Federkennlinie nicht linear verläuft, dann kann man diesen Bereich wie bei der Optimierung der Linse in  $n$  Bereiche unterteilen und für jeden dieser Bereiche einen Dämpfungsparameter.

Expertenwissen wird insbesondere bei der Zielfunktion benötigt. Auf welcher Teststrecke kann ich im Fahrsimulator (bzw. auf dem Rad-Prüfstand) jeweils eine Lösung bewerten?

Noch aufwändiger ist die Betrachtung der adaptiven Fahrwerkssteuerung:

Hier sollte die Einstellung der Dämpfung noch das aktuelle Fahrzeuggewicht (Insassen + Ladung) und die Fahrstrecke berücksichtigen (Sensor für Summe oder Integral der Rad-Höhenbewegung in der letzten Minute). Idee dabei ist,

- das Fahrwerk sportlicher einzustellen auf guten Straßenbelägen und
- komfortabler auf holprigen Straßen.

## Beispiel 2: Versicherung

Bei der Entwicklung von Versicherungstarifen überlegt sich ein hochbezahlter Planer, welche Merkmale des Versicherungsnehmers relevant sind für das Versicherungsrisiko.

Hier verwendet er folgendes einfache Modell: Pro Merkmal (z.B. Garagenbesitz) analysiert er mit Big Data das durchschnittliche Versicherungsrisiko von seinen Kunden mit und ohne dieses Merkmal. Falls der Unterschied z.B. 5% ist, kann er diesen an den Versicherungsnehmer im Beitrag als Rabatt weitergeben.

Dieser einfache Ansatz ist korrekt, falls er nur einen Rabatt im Tarif berücksichtigen will.

Innovative Versicherungsfirmen erfassen jedoch sehr viel mehr Merkmale eines Kunden und geben hierfür einen individuellen Rabatt. Hier funktioniert die obige einfache Analyse nicht, da die Auswirkung der Merkmale auf das Versicherungsrisiko nicht stochastisch unabhängig ist.

### Evolutionärer Ansatz

Finde aus den  $n$  Merkmalen, die  $m$  Merkmale und die  $m$  zugehörigen Rabattwerte, damit dadurch die Versicherungseffizienz maximiert wird. Beispielsweise  $n=12$  und  $m=4$ . Annahme: Effizienzgewinn erhält der Versicherungsnehmer bei unverändertem Gewinn der Versicherung pro Kunde. Dadurch wird die Versicherung attraktiver für risikoarme und dadurch gute Versicherungskunden.

### Beispiel 3: Mobilfunk-Abdeckung

Eine hinsichtlich Mobilfunk „unterentwickeltes Gebiet“ (wie z.B. die Pfalz ;- ) ) soll durch neue Mobilfunkantennen besser versorgt werden. Als Standort für die neuen Antennen kommen  $n$  Orte in Frage (z.B. alle Dörfer mit mehr als 500 Einwohner und dort das Rathaus oder Postgebäude). Jeder Ort hat Mietkosten und Antennenreichweite.

Evolutionäre Ansatz

Finde  $m$  Antennenstandorte mit Abdeckung von mindestens 95% der Einwohner des Gebiets und minimalen Kosten für Miete und Antenneninstallation (Abschreibezeitraum 10 Jahre).

Erste Fragen hierzu:

Wie sieht ein Greedy-Verfahren aus, das die erforderliche Abdeckung erreicht?

Wie kann diese erste Lösung verbessert werden? Welche „Mutationen“ sind geeignet?

Soll bei dieser Verbesserung die Unterschreitung der 95% Abdeckung gegen Strafkosten erlaubt werden, um lokalen Optima entkommen zu können?

Wie kann ich die Abdeckung der Sender schnell und hinreichend genau berechnen? Offensichtlich zu ungenau wäre die Annahme, dass die Sendereichweite kreisförmig ist!

#### **Beispiel 4: Arbeitsplatz-Optimierung**

In ihrer Software-Firma werden jährlich nach der Festlegung des Entwicklungsprogramms für das nächste Jahr die Arbeitsplatz-Zuordnung optimiert. Sie haben hierzu  $m$  Büros mit je 4 Arbeitsplätze für  $n$  Mitarbeiter. Dabei gilt  $n < m \cdot 4$ , d.h. nicht alle Büros müssen voll besetzt werden. Die Restarbeitsplätze stehen für Gast-Mitarbeiter als Reserve zur Verfügung (z.B. Praktikant, Tester etc.).

Folgenden Ziele der Zuordnung sind genannt:

- Möglichst kurze Kommunikationswege für Mitarbeiter, die häufig miteinander reden. Insbesondere Entwickler am selben Teilprojekt möglichst im selben Raum oder in benachbarten Räumen
- Möglichst Trennung von Entwicklern (wenig Telefongespräche) und Beratern, Kundenbetreuer (viel Telefongespräche), d.h. nicht im selben Raum

#### **Dynamik der Zuordnung**

- Auswertung von Bewegungsdaten: Das System darf eigenständig vorschlagen, welche Mitarbeiter gern und viel mit einander arbeiten und diese bevorzugt in räumlicher Nähe unterbringen. Diese Vorschläge können natürlich manuell überstimmt werden, sollen jedoch als Basis die Eingabe der Kommunikationsmatrix erleichtern.
- Das System kann Änderungsbedarf während der Projektphase erkennen und als Verbesserung vorschlagen.