

Benjamin Zörb

MI 2217

**Seminar - Spiele KI**

# GRUPPENTAKTIKEN FÜR KÜNSTLICHE GEGENSPIELER

# INHALT

---

- Motivation
- Strategische Planung auf Basis von Wegpunkten
- Team-KI (*Koordiniertes Verhalten zwischen Agenten*)
  - Dezentralisierter Ansatz
  - Zentralisierter Ansatz
- TEAM-KI mit Kommandohierarchie

# MOTIVATION

---

## Warum Gruppentaktiken?

- Langeweile vorbeugen
- Herausforderung für den Spieler erhöhen
- Koordiniertes Gruppenverhalten lässt KI intelligent erscheinen
- Taktische Manöver bauen auf Zusammenarbeit der Teammitglieder auf

# MOTIVATION

---

## Warum Gruppentaktiken?

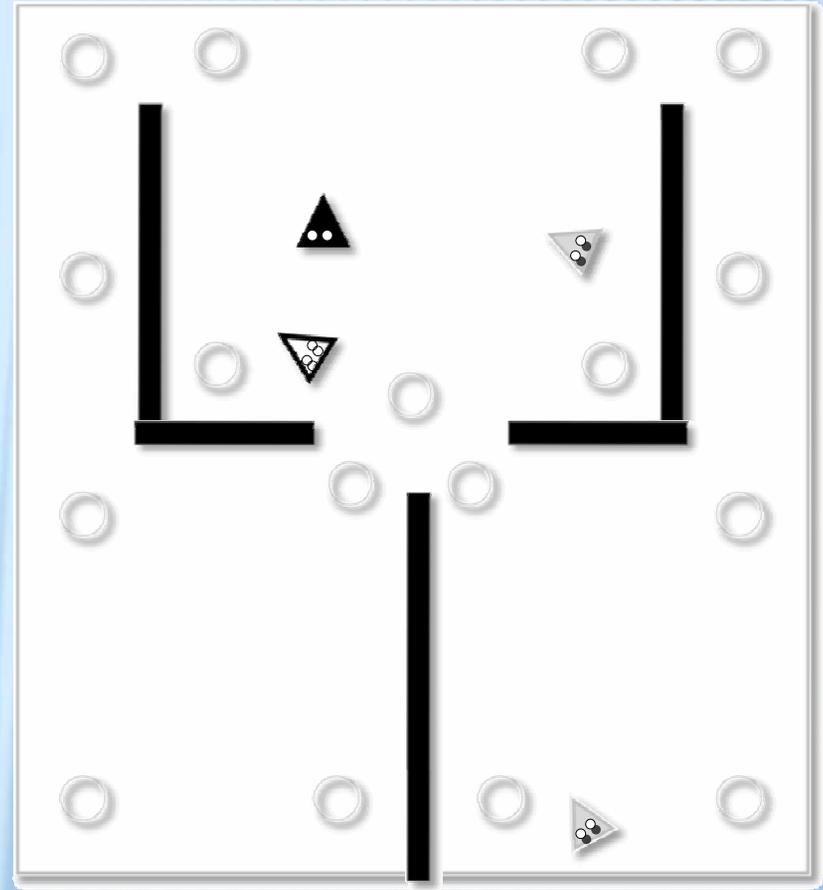
- Langeweile vorbeugen
- Herausforderung für den Spieler erhöhen
- Koordiniertes Gruppenverhalten lässt KI intelligent erscheinen
- Taktische Manöver bauen auf Zusammenarbeit der Teammitglieder auf

**Wie bekommt man die Taktik in den NPC ?**

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Sichtbarkeit

- Wichtigster Faktor für strategische Planung
- Wegpunkte mit Visierlinie zum Gegner
- Sichere Pfade
  - keine Visierlinie
  - A\* Kostenfunktion erweitern (höhere Kosten für unsichere Wegpunkte)



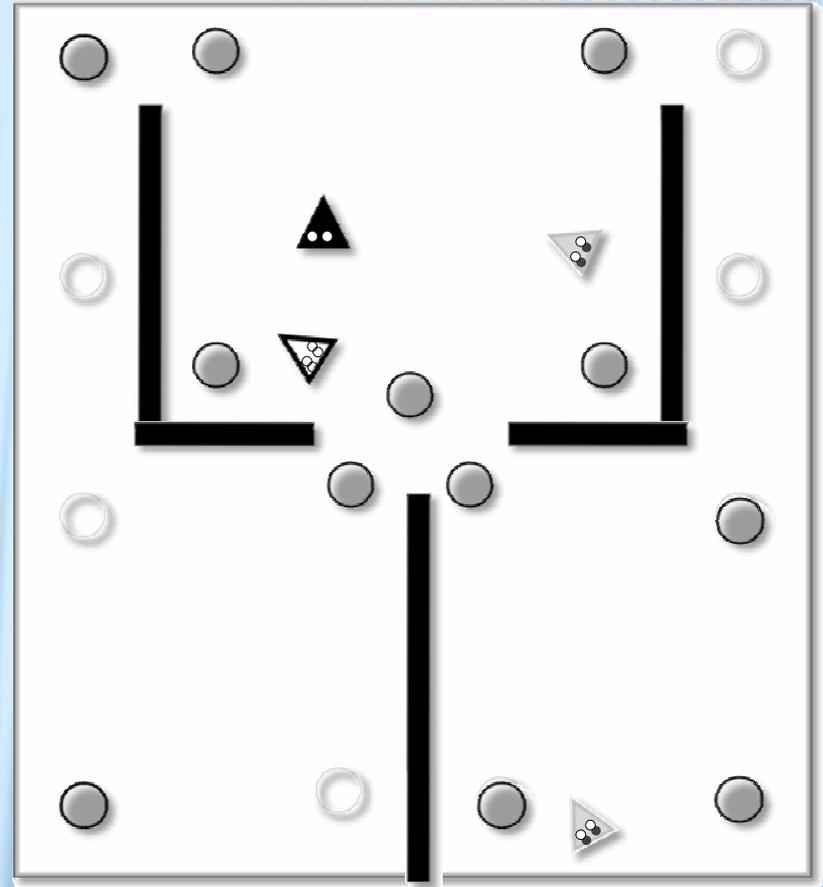
- ▲ - NPC
- ▲ - Ausgewählter Gegner
- ▲ - Andere Gegner



# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Sichtbarkeit

- Wichtigster Faktor für strategische Planung
- Wegpunkte mit Visierlinie zum Gegner
- Sichere Pfade
  - keine Visierlinie
  - A\* Kostenfunktion erweitern (höhere Kosten für unsichere Wegpunkte)



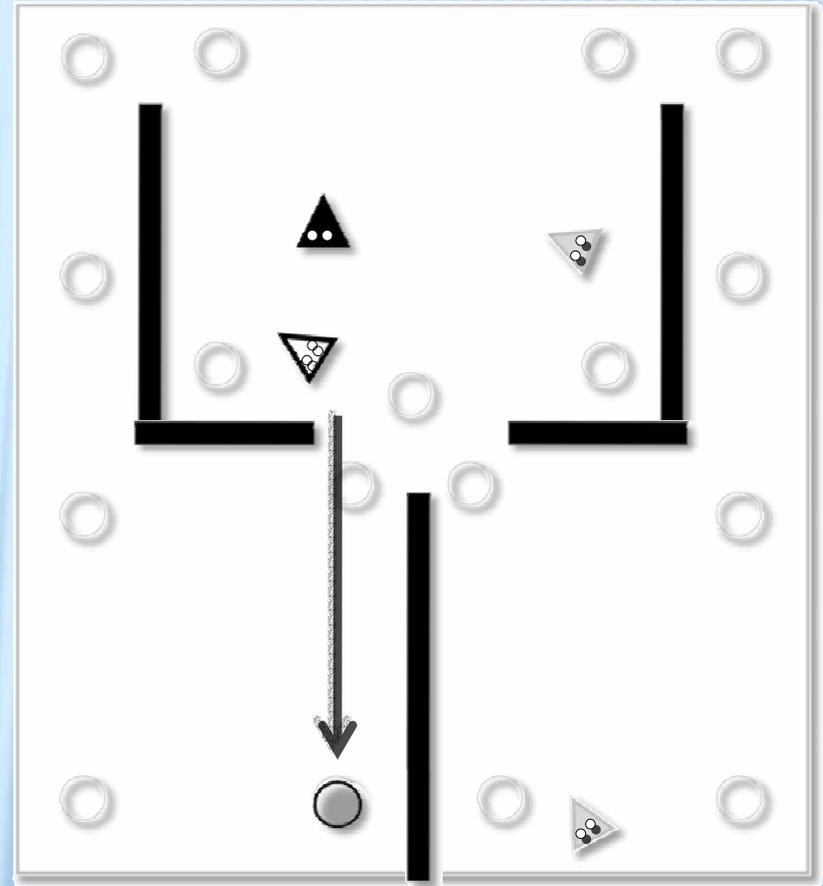
Für die anderen Gegner sichtbare Wegpunkte

- ▲ - NPC
- ▲ - Ausgewählter Gegner
- ▲ - Andere Gegner

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Sichtbarkeit

- Wichtigster Faktor für strategische Planung
- Wegpunkte mit Visierlinie zum Gegner
- Sichere Pfade
  - keine Visierlinie
  - A\* Kostenfunktion erweitern (höhere Kosten für unsichere Wegpunkte)



Sicherer Knoten um anzugreifen



- NPC



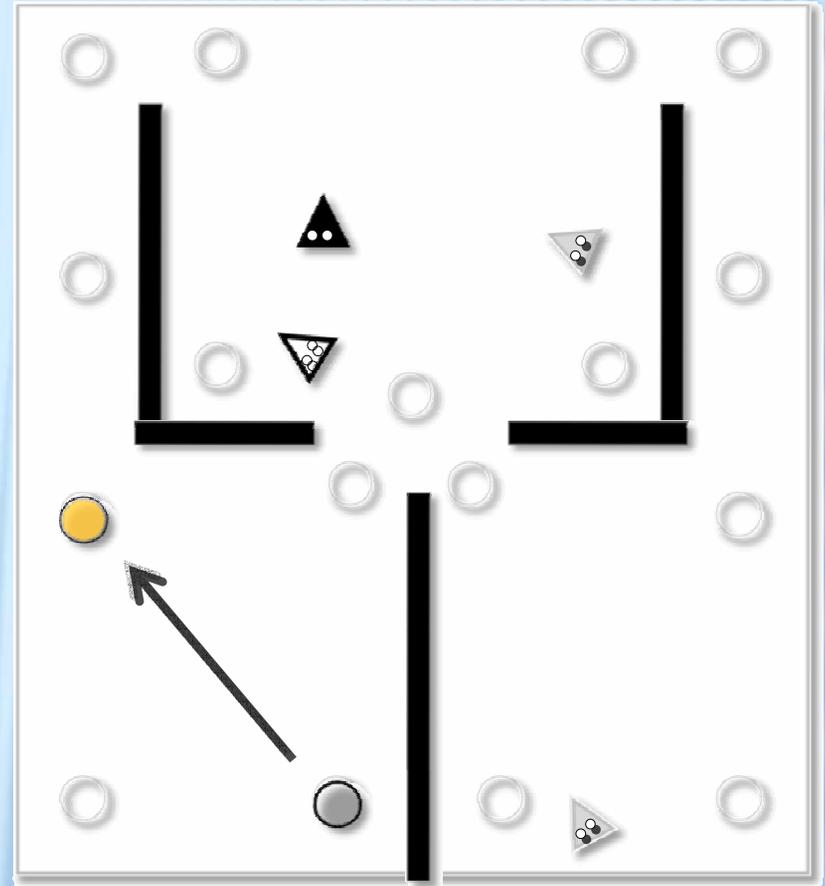
- Ausgewählter Gegner



- Andere Gegner

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

Es wäre von Vorteil, wenn die  
Angriffsposition einen vor allen  
Gegnern sicheren Wegpunkt in der  
Nähe hätte...



Sicherer Knoten um anzugreifen



- NPC



- Ausgewählter Gegner



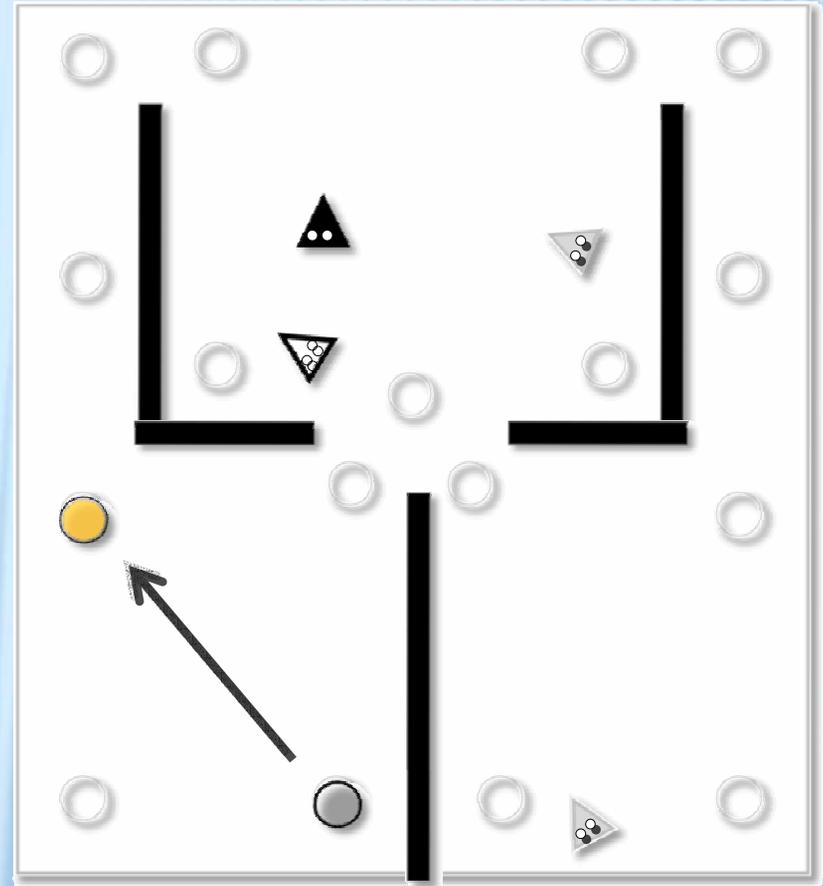
- Andere Gegner

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

Es wäre von Vorteil, wenn die Angriffsposition einen vor allen Gegnern sicheren Wegpunkt in der Nähe hätte...

## Flanking (Umgehung )

Überraschungsangriff von hinten  
Ausrichtung des Gegners einbeziehen  
(culling)



Sicherer Knoten um anzugreifen



- NPC



- Ausgewählter Gegner



- Andere Gegner

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

- NPC hat kein Wissen darüber, wo sich Gegner aufhalten
- NPC strategisch intelligent positionieren
- Strategische Werte in statischer Umgebung speichern
  - Sichtbarkeit hoch > Wichtigster Faktor (Angriffsposition, gefährlich)
  - Sichtbarkeit niedrig > Sicher aber wenig Angriffsmöglichkeiten

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

- NPC hat kein Wissen darüber, wo sich Gegner aufhalten
- NPC strategisch intelligent positionieren
- Strategische Werte in statischer Umgebung speichern
  - Sichtbarkeit hoch > Wichtigster Faktor (Angriffsposition, gefährlich)
  - Sichtbarkeit niedrig > Sicher aber wenig Angriffsmöglichkeiten

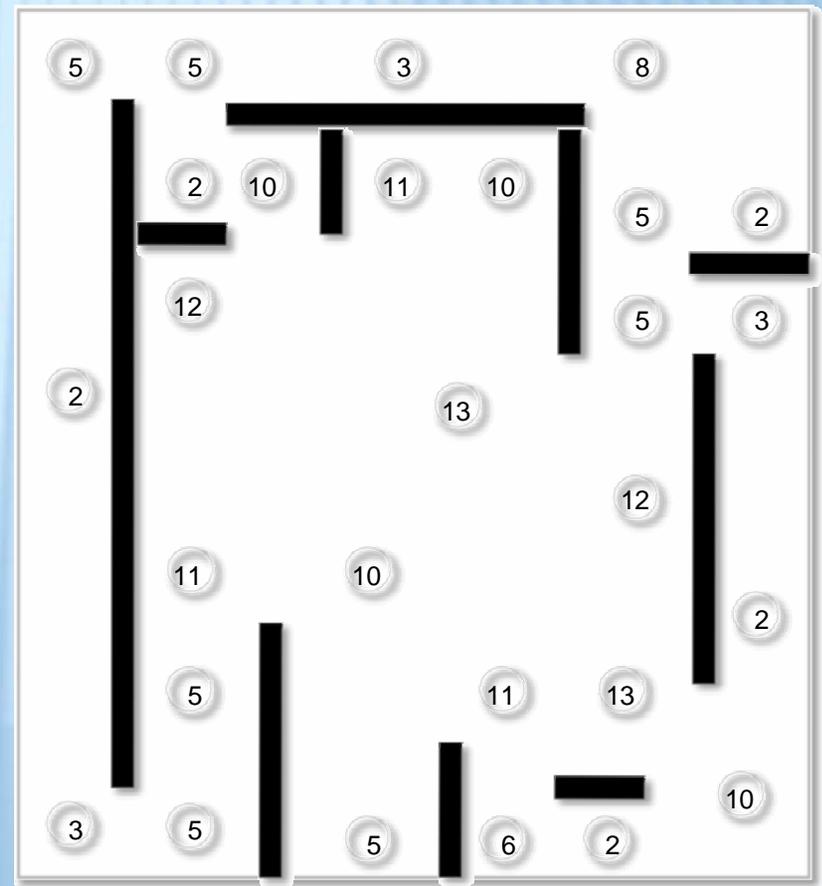


**Hohe Sichtbarkeit mit „unsichtbaren“  
Nachbarpunkten**

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Statische Wegpunktanalyse

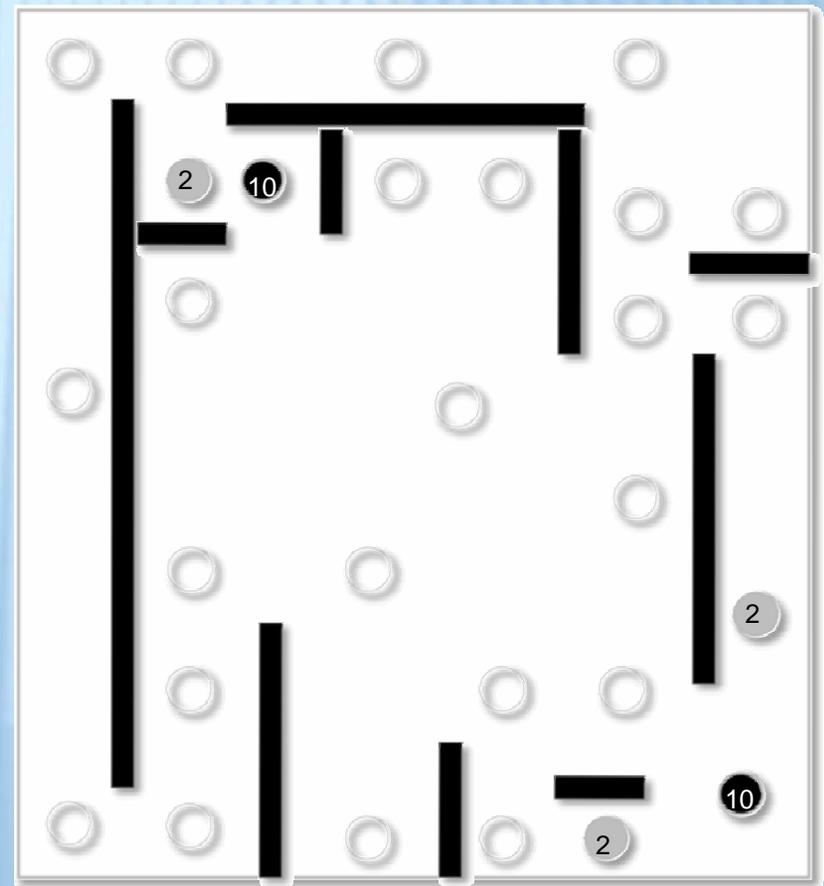
- Knoten nach ihrer Sichtbarkeit markiert
- Geschützte Bereiche: niedrig
- Offene Bereiche : hoch



# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Statische Wegpunktanalyse

- ✘ Von den Sniper Positionen kann man das Gelände gut einsehen (schwarz)
- ✘ Sie haben direkt anliegend schlecht einsehbare Positionen (grau)



# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Pinch Points

- Punkte für Hinterhalt
- Erfahrene Spieler ahnen Aktionen ihrer Gegner voraus
- Intelligenter NPC muss Hinterhalt planen können

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

Schleife über Waypoints

- 1: Nachbarknoten A & B
- 2: Waypoint N kurzfristig aus Betrachtung entfernen

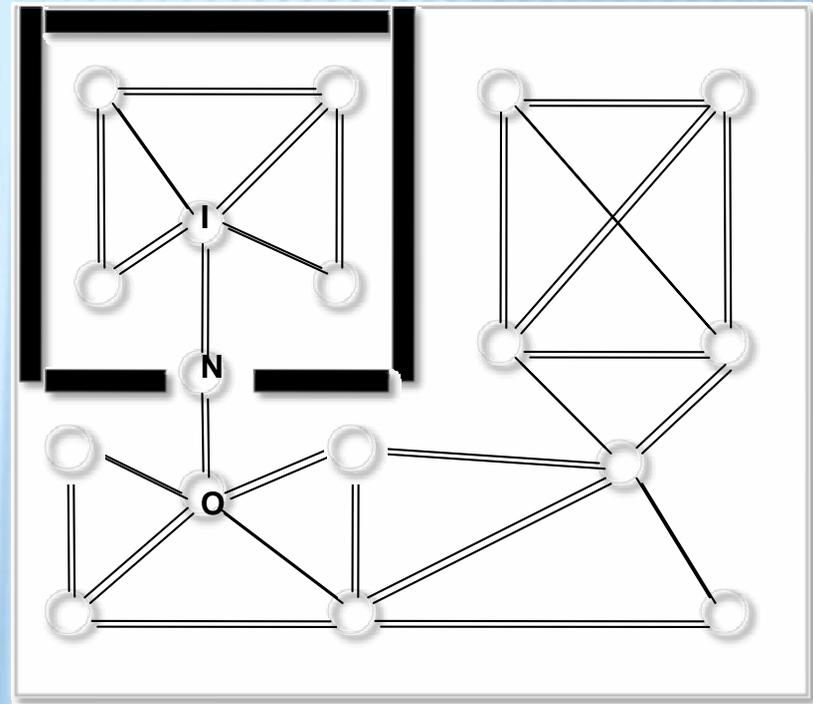
## Pinch Point Check

- beide Nachbarn mit großem Gebiet verbunden  
-> **break;**
- Pfad zwischen A & B suchen...
- Pfad existiert -> **break;**

**O** = Knoten mit Verbindung zu großer Fläche

**I** = Knoten mit Verbindung zu kleiner Fläche

**N** = Aktuell betrachteter Knoten



Pinch Point (N)  
Innerer Knoten (I)  
Äußerer Knoten (O)

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Erweiterung für mehrere Ausgänge –Squad

### Schleife über Waypoints

1: Nachbarknoten A & B

2: Waypoint N kurzfristig aus Betrachtung entfernen

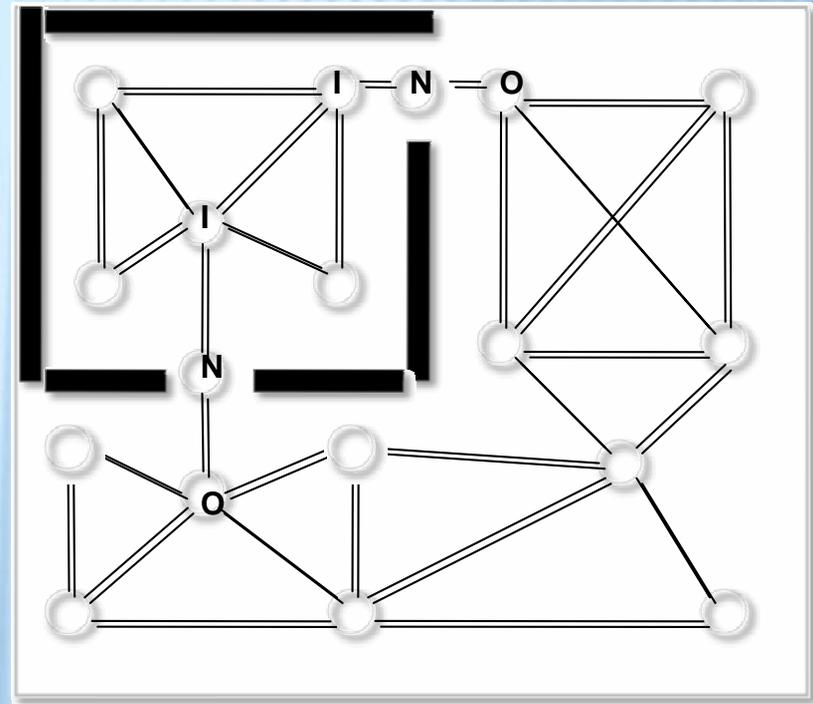
### Pinch Point Check

- beide Nachbarn mit großem Gebiet verbunden  
-> **break;**
- Pfad zwischen A & B suchen...
  - wenn auf dem Pfad ein Knoten mit nur 2 Nachbarn existiert:
    - Aus Betrachtung entfernen und N<sub>2</sub> nennen  
.....
  - sonst: Pfad existiert -> **break;**

**O** = Knoten mit Verbindung zu großer Fläche

**I** = Knoten mit Verbindung zu kleiner Fläche

**N** = Aktuell betrachteter Knoten



Pinch Point (N)

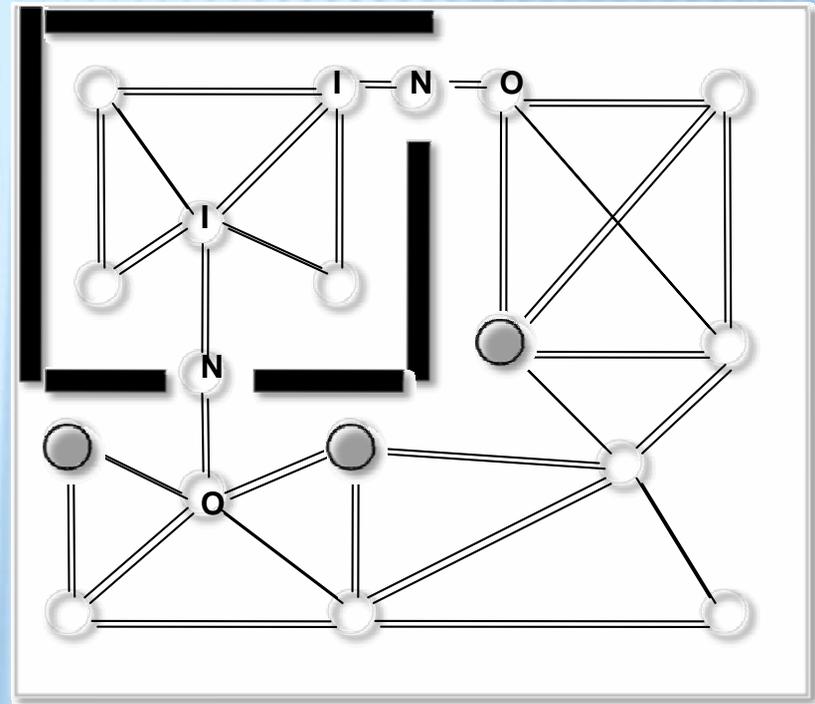
Innerer Knoten (I)

Äußerer Knoten (O)

# STRATEGISCHE PLANUNG AUF BASIS VON WEGPUNKTEN

## Positionen für Hinterhalt

- Wegpunkte mit Visierlinie zu O aber nicht zu N
- Bei mehreren Ausgängen werden NPC's auf die möglichen Ausgänge verteilt



Pinch Point (N)  
Innerer Knoten (I)  
Äußerer Knoten (O)

# TEAM-KI

---

- Wenn die KI Spieler als Team agieren, können sie eine deutlich realistischere Atmosphäre schaffen...
- Es gibt verschiedene Ansätze eine Team KI zu realisieren

**Zentralisierter Ansatz vs. Dezentralisierter Ansatz**

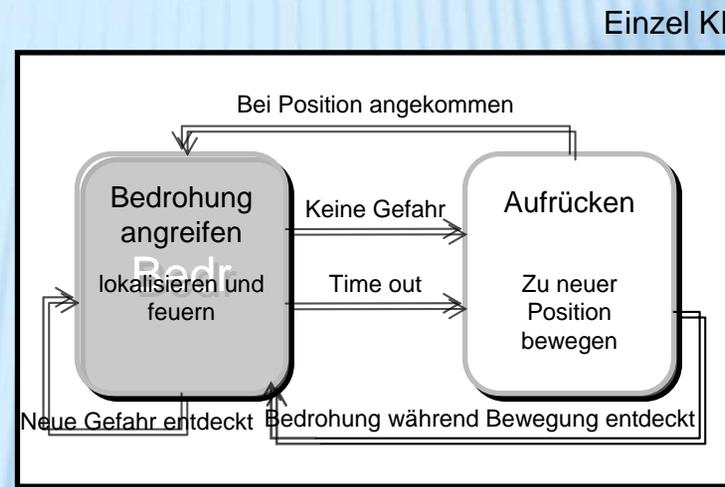
# TEAM KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

Dezentralisiert: Kooperierende Mitglieder

- Verwendung bei *Half Life*
- Einfache Erweiterung der individuellen KI
- Einfach mit gescipteten Aktionen zu kombinieren
- Schöpft die individuellen Fähigkeiten der Teammitglieder aus
- Benötigt keinen Squad-leader – NPC's tauschen Informationen aus (Beobachtungen & Absichten)
- NPC berücksichtigt nicht nur seine eigenen Beobachtungen & Absichten sondern auch die der anderen Teammitgliedern.

# TEAM KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Unterschiede zwischen Team KI und Einzel KI



Einzel KI rückt auf sobald ...

... der Angriff schief geht.

... sie zu lange an der gleichen Position ist.

... keine Bedrohungen mehr vorhanden sind

# TEAM KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Unterschiede zwischen Team KI und Einzel KI

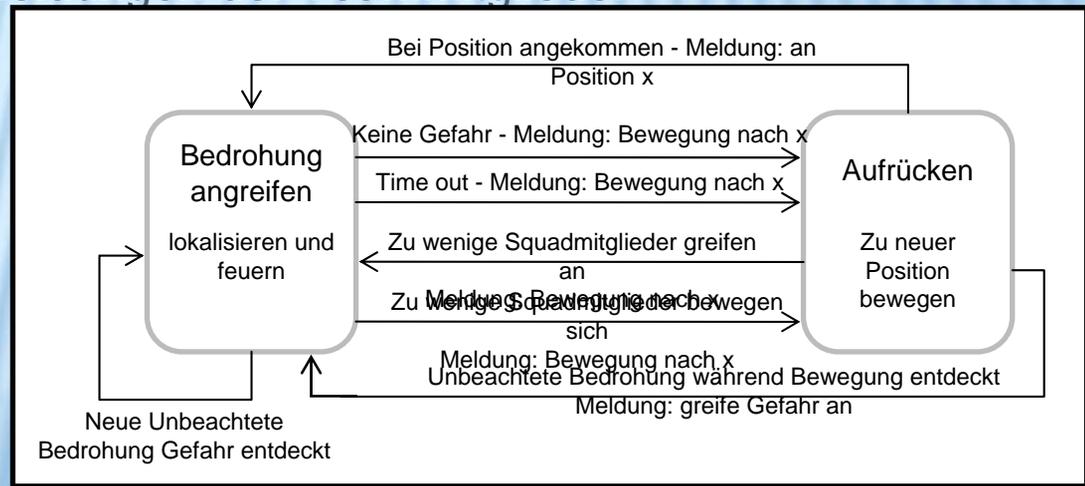
Team KI ...

... macht Meldung über Beobachtungen und Ansichten

... entscheidet sich für die angebrachteste Aktion basierend auf dem eigenen

Status und den Meldungen der Teammitglieder

Team KI



# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Angemessenes taktisches Verhalten

- In der Nähe bleiben um Deckung geben zu können
- Nicht die Schusslinie der Teammitglieder blockieren
- Waffenfertigkeiten der NPC's mit einbeziehen
- Zusammenhalt im Team beibehalten  
(Hörreichweite und LOS zu Teammitgliedern)

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Angemessenes taktisches Verhalten - Umsetzung

Teammitglied um folgende Informationen erweitern:

- Für jedes Teammitglied...
  - ... aktuelle Position und Aktivität
  - ... beanspruchte Position (optional den Pfad zur Position)
  - ... Schusslinie
- Für jeden Gegner...
  - ... letzte bekannte Position und Zustand
  - ... geschätzte aktuelle Position
  - ... welche Teammitglieder greifen den Gegner an
  - ... welche Teammitglieder können den Gegner beobachten
  - ... Schusslinie
- Für andere Bedrohungen...
  - ... bekannte/geschätzte Position
  - ... Schadensradius

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Nachrichten der Teammitglieder...

- Die Nachrichten übermitteln die Pläne und Beobachtungen der Teammitglieder
- Enthalten alle Informationen die das Teammitglied braucht um seinen Status zu aktualisieren
- Beinhalten zusätzlich eine Identifikation des Absenders der Nachricht
- Nachricht im Spiel als Animation/Audiosignal darstellbar
- Latenzen einfach durch Einreihen der Nachrichten in Warteschlange umsetzbar

Plan	Parameter	Beobachtung	Parameter
Moving to pos	Path	Threat spotted	Threat pos
Arrived in pos	Destination	Threat down	Threat pos
Frag (grenade) out	Frag destination	Threat moving	Threat old + new pos
Engaging threat	Threat pos, line-of-fire	Teammate down	Member name

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Verhalten der Teammitglieder personalisieren

Verschiedene NPC's haben verschiedene Positionspräferenzen abhängig von...

- ... Fähigkeiten (Sniper, Soldat,...)
- ... Zustand (verwundet,...)
- ... Ausrüstung
- ... äußeren Umständen

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Verhalten der Teammitglieder personalisieren

Verschiedene NPC's haben verschiedene Positionspräferenzen abhängig von...

- ... Fähigkeiten (Sniper, Soldat,...)
- ... Zustand (verwundet,...)
- ... Ausrüstung
- ... äußeren Umständen

## Konflikte

- Teammitglieder wählen kollidierende Pfade
- Teammitglied blockiert den einzigen Weg zum Ziel eines anderen

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

## Verhalten der Teammitglieder personalisieren

Verschiedene NPC's haben verschiedene Positionspräferenzen abhängig von...

- ... Fähigkeiten (Sniper, Soldat,...)
- ... Zustand (verwundet,...)
- ... Ausrüstung
- ... äußeren Umständen

## Konflikte

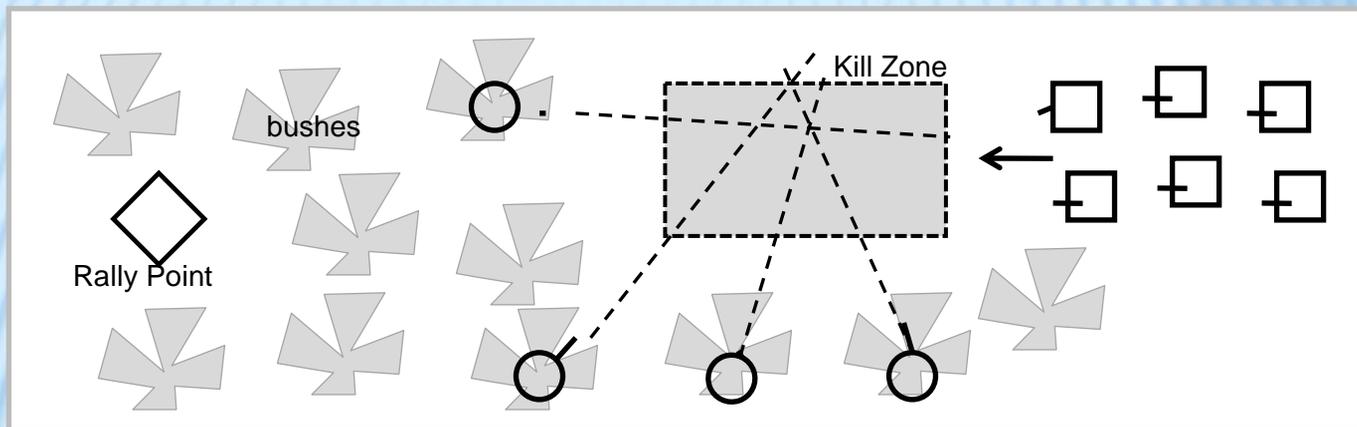
- Teammitglieder wählen kollidierende Pfade
- Teammitglied blockiert den einzigen weg zum Ziel eines anderen

## Lösungen

- keine Position/Pfade auswählen die von anderen beansprucht sind
- Prioritäten vergeben (wer muss Platz machen)

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ

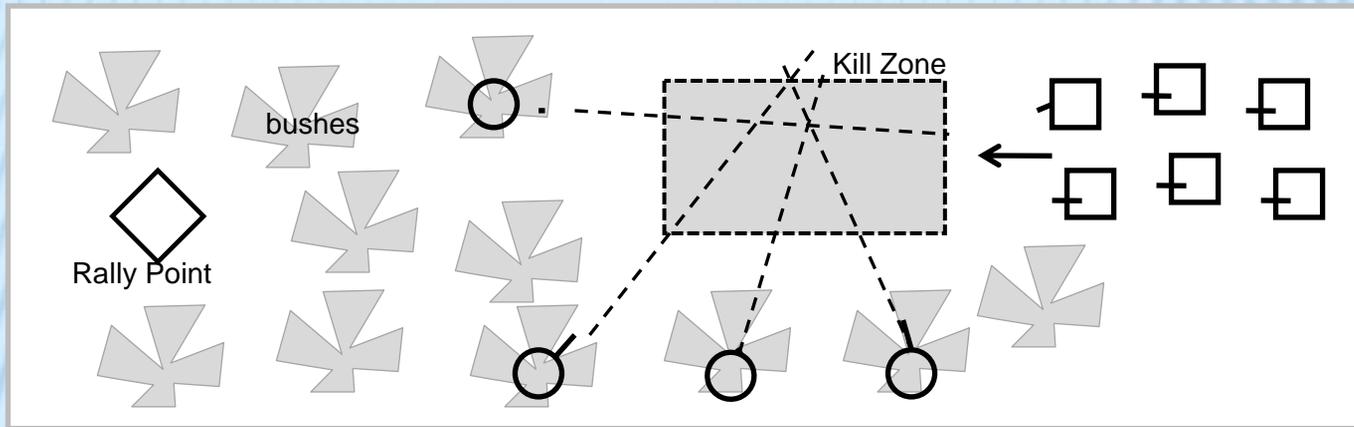
## Bsp.: Warten im Hinterhalt



Um dieses Manöver auszuführen muss die KI folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Warten bis Gegner in „kill zone“ ist
2. Zu vordefiniertem Treffpunkt kurz nach dem Angriff zurückkehren
3. Zurückschießen, Deckung verlassen und zum Treffpunkt laufen falls Team zu früh entdeckt wird.

# TEAM-KI - DEZENTRALISIERTER ANSATZ



Voraussetzung 3 stellt kein Problem für den dezentralisierten Ansatz dar...

Allerdings hat der dezentralisierte Ansatz Probleme mit den anderen Voraussetzungen.

Eine auf Kooperation basierende KI bietet keine/begrenzt Möglichkeiten eine gemeinsame Teamentscheidung zu treffen und anschließend zu realisieren.

# TEAM-KI - ZENTRALISIERTER ANSATZ

Ein Team ohne Anführer ist unfähig, die Situation schnell einzuschätzen und die beste Handlung für das Team auszuwählen und auszuführen

- KI wird aufgeteilt in
  - Squad-level KI (*koordiniert die Mitglieder zum geordneten Manöver*)
  - Einzel-KI (*repräsentiert den Agenten als Individuum*)

# TEAM-KI - ZENTRALISIERTER ANSATZ

## Führungsstile

### Autoritärer Führungsstil

- Teammitglieder bekommen Befehle und müssen diese ausführen
- Pro:
  - Schnelle Entscheidungen (Teammitglied führt nur aus. Kein „ICH“ im Team)
  - Möglichkeit Teammitglied für größere Ziele zu opfern
- Contra:
  - Ungeeignet wenn sich die Sicht der Squad-Level KI von der des Teammitglieds unterscheidet

# TEAM-KI - ZENTRALISIERTER ANSATZ

## Führungsstile

### Beratender Führungsstil

- Squad-level KI ist angewiesen auf bestmögliche Durchführung der Handlung
- Teammitglied gibt Feedback über Ausführbarkeit
  
- Pro:
  - Teammitglieder können individuell auf Bedrohungen reagieren
  
- Contra:
  - Langsam - Teammitglieder lassen sich leicht von unwichtigen Details ablenken

# TEAM-KI - ZENTRALISIERTER ANSATZ

## Führungsstile - Fazit

- Es gibt keine optimalen Führungsstil...
- Mix aus autoritärem- und beratendem Führungsstil
- Prioritäten für Aufträge vergeben (*value of execution*)
- Explizit Verbindlichkeitsregeln für jedes Teammitglied festlegen
  
- Individuelle Initiative bei einfachen Aufgaben wie z.B. „neu formieren“
- Keine Initiative bei schwerwiegenden Entscheidungen wie z.B. Rückzug

# TEAM-KI - ZENTRALISIERTER ANSATZ

## Die Teamsituation

Die Teamsituation aus sicht der Squad-level KI...

- Besteht unter anderem aus den einzelnen Informationen der Mitglieder
- Auswertung von z.B. Influence Maps
- Hat einen erweiterten Zeithorizont (*Vorausplanen der Zukunft*)
  - Manöver dauern i.d.R. länger als die Pläne und Handlungen der Teammitglieder

Mit Hilfe der Teamsituation ist es der Squad-level KI möglich ...

- das für das Team beste Manöver auszuwählen und zu planen
- den aktuellen Ablauf zu überwachen und auszuwerten
- Auf Ereignisse zu reagieren

## Fazit

Der zentralisierte Ansatz ist gut für synchrone Teamhandlungen geeignet, Nutzt aber weniger optimal die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Teammitglieder aus.

Im Gegenteil dazu hat man mit dem dezentralisierten Ansatz Schwierigkeiten, Teamhandlungen wie z.B. einen Gruppenrückzug durchzuführen, kann aber optimal Fähigkeiten der Teammitglieder ausschöpfen

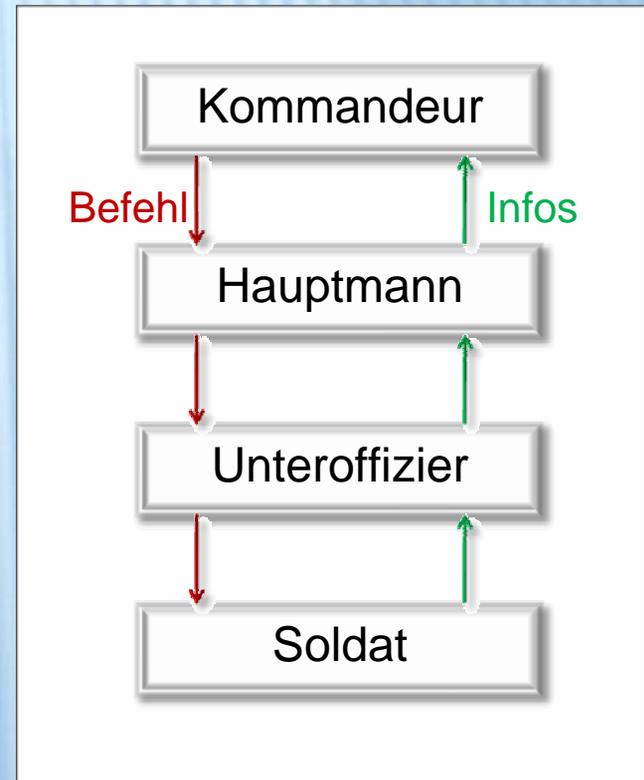
# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Erweiterung des dezentralisierten Ansatzes

- Bedeutung von guten Bots (*NPC's*) hat seit der Einführung der Multiplayer Spielen stark zugenommen.
- Erst das Spielen gegen menschliche Gegner zeigt wie auffallend einfallslos und unrealistisch sich Computergegner verhalten
- Gute KI zu sehen bei dem Spiel ***F.E.A.R.***
  
- Eine gute Kommandohierarchie kann dabei helfen, ...
  - ... ein effektives Teammanagement zu erreichen.
  - ... überzeugende Teams zu erstellen, die Entscheidungen in Echtzeit durchführen (*keine gescipteten „I need backup“ Nachfragen*)

# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

- Der Kommandeur trifft strategische Entscheidungen
- Jeder Hauptmann organisiert sein Team, um den Befehlen des Kommandeurs Folge zu leisten.
- Ein Unteroffizier befehligt unmittelbar die Soldaten in etwaigen Unterteams
- Der Soldat ist das, was man als Agent oder Bot kennt. Er führt Kommandos aus und sucht nach Informationen.



# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Meldungen zur Kommunikation

- Meldungen bei der Kommunikation zwischen den Rängen verwenden
- Nur das mitteilen, was für den jeweiligen Rang relevant ist
- Daten wie z.B. Feindsichtungen global zugänglich machen
  
- Weniger Daten – CPU Entlastung

# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Beispielmeldungen

### Befehle - Kommandeur

Befehl	Parameter
Patrouillieren	Raumliste
Verteidigen	Raumnr
Angreifen	Raumnr

### Befehle - Hauptmann

Befehl	Parameter
Bewachen	Türnummer
Angreifen	Liste von Wegpunkten
Gehe zu Raum	Raumnr

### Informationen - Hauptmann

Befehl	Parameter
Manöver erfolgreich	-
Manöver nicht möglich	-

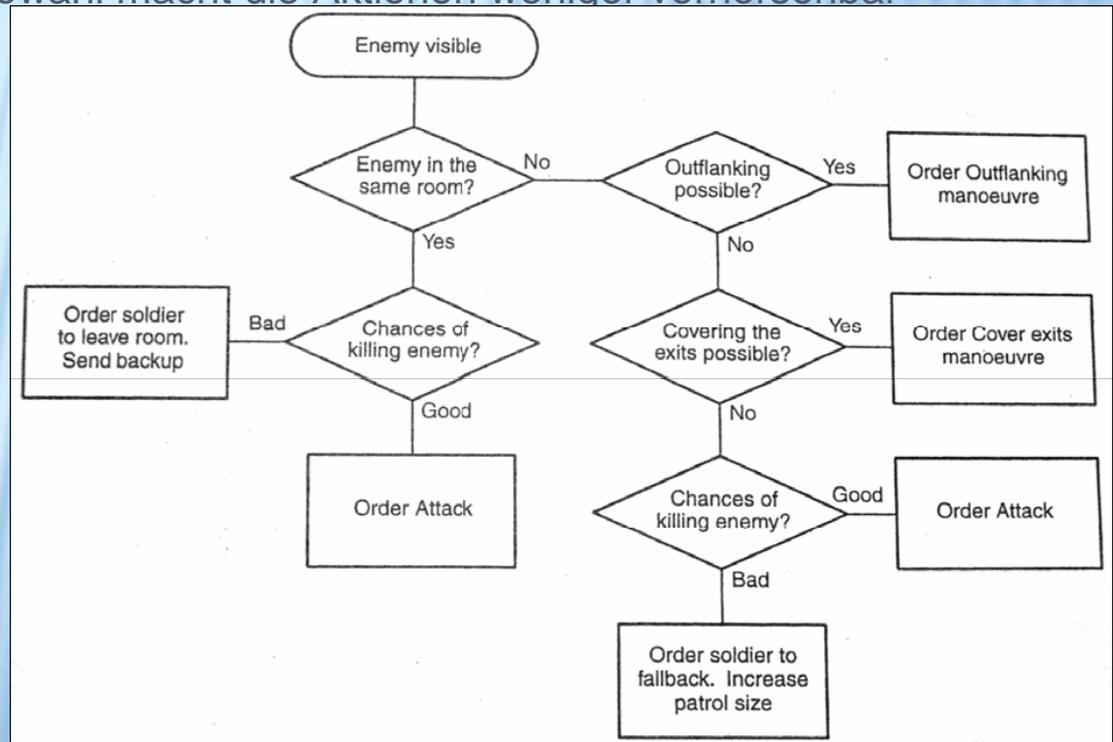
### Informationen - Soldat

Befehl	Parameter
Gegner gesichtet	Wegpunkt von Gegner
Verletzt	-
In Position	-

# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Wahl der Strategie

- Über regelbasiertes System
- Startend bei der effektivsten Strategie wird untersucht, ob sie auf die Situation anwendbar ist.
- Zufallselement bei der Strategiewahl macht die Aktionen weniger vorhersehbar



# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Realistisches Verhalten

- Team soll nicht nur funktionieren, sondern sich auch glaubwürdig verhalten
- Unteroffizier organisiert die Soldaten bei gegenseitiger Unterstützung  
(*Soldaten rücken langsam vor und geben sich untereinander Deckung* )
- Soldaten sollten nicht an offenen Eingängen vorbeilaufen, ohne diesen überprüft zu haben.
- Bei einem gemeinsamen Angriff auf einen Raum taktische Manöver anwenden  
(*outflanking maneuver, covering exists maneuver*)

# TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE

## Fazit

- Einfache und effektive Lösung um Bots in Echtzeit zu koordinieren
- CPU-Entlastung durch Meldungssystem und globalen Zugriff auf Daten

**TEAM-KI MIT KOMMANDOHIERARCHIE**

**FRAGEN ???**