



**Ant-like agents  
for load balancing  
in telecommunications networks**

# Gliederung

- Grundlagen (load balancing)
- Proof of concept von Appleby & Steward
- Ameisen im Netzwerk (Technik)
- Kürzeste Wege und Erweiterungen
- Ergebnisse
- Diskussion

# Grundlagen (Netzwerk)

- Netzwerke sind nicht für alle Umstände gerüstet
- Hohe Last auf einzelnen Knoten kann Netzwerk zusammenbrechen lassen
- „Load Balancing“ steht für eine dynamische Umverteilung der Last auf alle Knoten
- Methoden um einen Call durch Netz zu leiten
  - Static: Feste Router - Liste der Knoten
  - Dynamic: Routing Table – für jedes Ziel ein Nachbar

# Appleby & Stewards Mobile Agents

- Idee: viele Agenten suchen beste Wege
- Load Management Agents
  - Suchen kürzeste Wege mit freier Kapazität
- Parent Agents
  - Suchen Knoten mit viel und wenig Traffic
- Regeln um die Stabilität zu sichern
  - Keine Kommunikation zwischen Agents
  - Sehr viele Agents => Ausfallsicherung
  - Dynamische Anpassung an neue Aufgaben

# Möglichkeiten der Ameisen

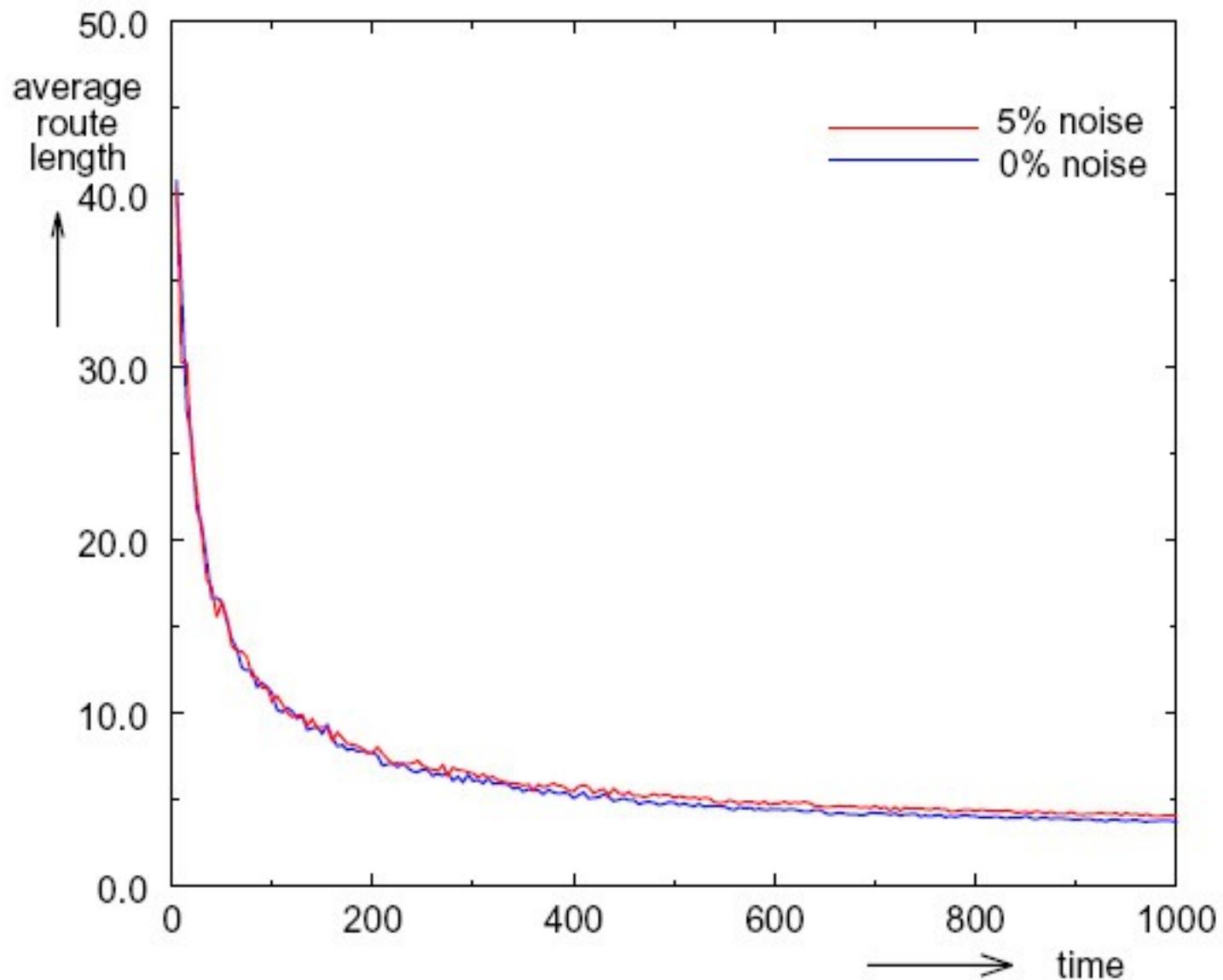
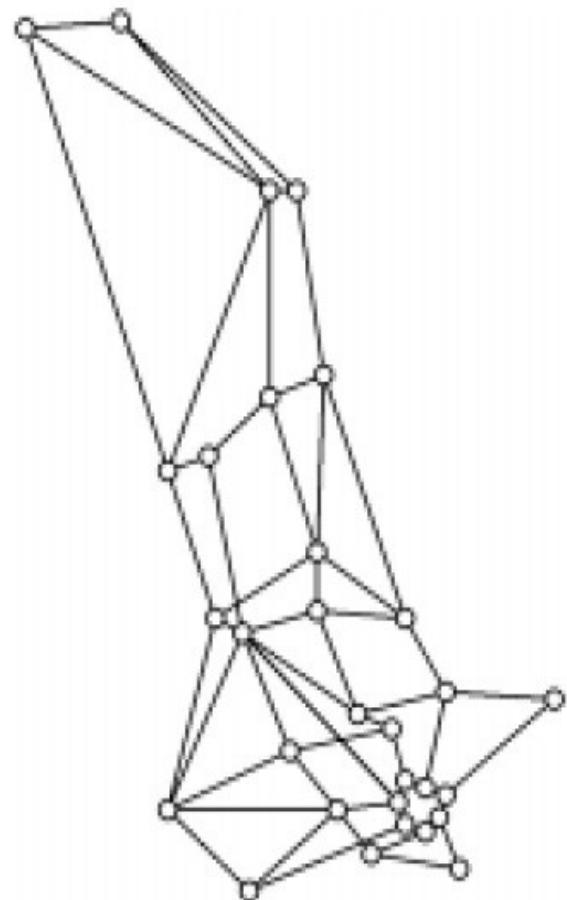
- Verschiedene Klassen, Arbeiter, Sammler und Soldaten
- Sehr robustes System, da der Ausfall einiger nicht ins Gewicht fällt
- Wachsen stetig und splitten sich bei Bedarf in zwei unterschiedliche Kolonien
- Können durch „Pheromone“ Pfade anlegen

# Ameisen im Netzwerk

- Umgebung: Netzwerk aus Knoten mit fester Kapazität
- Problemstellung: Pfad von A nach B finden, welcher kurz ist und viel Kapazität hat

# Kürzeste Wege

- Ameisen laufen zufällig von A nach B
- Ameisen können sich den Weg nicht merken
- Knoten speichern also woher eine Ameise kommt und wie lange sie für den Weg braucht
- Eine Ameise hat eine kleine Auswirkung auf den Pfad (Swarm Prinzip)
- Ameisen weichen vom Pfad ab (am ein Einfrieren der Pfade zu verhindern)



# Verkehrsdichte

- Volle Knoten halten Ameisen zurück. So verlassen die Pfade zu diesem Knoten
- Durch das Zurückhalten altern die Ameisen künstlich

# „Arbeitsumgebungen“

- Das eigentliche Problem sind Ausnahmeszenarien (Plötzliche massive Zunahme lokaler Belastung)
- Testumgebung: Zufällig generierte Anruf-Verteilungen

# Modifikation der Mobile Agents

- Um das Konzept besser vergleichen zu können, werden die Mobile Agents von Appleby & Steward verbessert
- Es können keine Kreise mehr entstehen
- Unnötig lange Routen werden eliminiert

	<b>Mean</b>	<b>Standard dev.</b>
Fixed, shortest routes)	12.57%	2.16%
Original mobile agents	9.19%	0.78%
Improved mobile agents	4.22%	0.77%
Ants (0% noise)	1.79%	0.54%
Ants (5% noise)	1.99%	0.54%

TABLE 1. Results for unchanged call distributions

	<b>Mean</b>	<b>Standard dev.</b>
No improved mobile agents after 7500	6.43%	2.17%
No ants (0% noise) after 7500	2.11%	0.60%
No ants (5% noise) after 7500	2.48%	0.69%

TABLE 2. Results for unchanged call distributions, load balancing stopped

	<b>Mean</b>	<b>Standard dev.</b>
Fixed, shortest routes	12.53%	2.04%
Original mobile agents	9.24%	0.80%
Improved mobile agents	4.41%	0.85%
Ants (0% noise)	2.72%	1.24%
Ants (5% noise)	2.56%	1.05%

TABLE 3. Results for changed call distributions

	<b>Mean</b>	<b>Standard dev.</b>
No improved mobile agents after 7500	8.03%	2.88%
No ants (0% noise) after 7500	4.29%	2.06%
No ants (5% noise) after 7500	4.37%	2.27%

TABLE 4. Results for changed call distributions, load  
balancing stopped

