

Lightweight Ant Algorithm with Ant Mill Protection

Jochen Peters

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Institut für Informatik

40225 Düsseldorf, Germany

Email: jochen.peters@hhu.de

Abstract—Molecular machines, optical digital processing units and analogue computers with a pneumatic logical unit are able to work in special environments, where modern micro controllers are too large, use too much electric energy or are not resistant to massive electromagnetic forces. Many of these techniques are unable to use wireless communication, unable to store big data sizes or do millions instructions of a complex algorithm. If you want to solve a big problem with it, you have to solve it in a collective opportunistic way with a simple logic for each unit. We concentrated on the ant algorithm to find and collect food. This algorithm use pheromones and the environment to control and communicate to each unit (ant). We found out, that simulating a simple implementation of this algorithm leads to ant mills and high frequented routes to empty food areas. In contrast to bees, the simulated ants did not split into a searching and a collecting behavior in that case. In this paper we present a small modification of the ant algorithm to protect a swarm from collective misconduct. We show, how successful this modification is and compare this concept to nature and other ant algorithm simulations.

Index Terms—multi-robot systems, simulation, pheromones, insects

I. INTRODUCTION

Primitive Algorithmen wie den Ant-Algorithmus sind bereits seit vielen Jahren bekannt. Dieser nutzt einen Duftstoff, der in einer Region von jedem Teilnehmer freigesetzt wird, um eine Art kollektiven Speicher zu verwirklichen. Ziel ist es auf diese Art Spuren für andere Teilnehmer zu hinterlassen, welche zu Futterquellen führen. Dieses Futter soll dann ins Nest getragen werden. Je mehr Ameisen auf einer gelegten Spur laufen, desto stärker wird diese Spur. Theoretische Modelle zeigen, dass sich dadurch sogar kürzere Wege zurück ins Nest durchsetzen, da diese Wege von den Ameisen, die ihn gefunden haben, häufiger frequentiert wird - die Duftspur wird so verstärkt. In der Literatur finden sich viele Variationen und theoretische Modelle, wie ein solcher Algorithmus, durch die Natur motiviert, nachgebildet werden kann. Z.B. sind lokale Algorithmen (verteilte Algorithmen mit linearer Laufzeit, die nicht von der Größe des Netzes abhängig sind), einem Schwarm-Algorithmus wie dem Ant-Algorithmus sehr ähnlich, betrachten aber keine kontinuierliche Veränderung der Daten aufgrund von Bewegungen. Schaut man sich in der Literatur die Ant-Algorithmen im Detail an, so wird der Erfolg einer Ameisen-Kolonie bei gewählten Parametern, die das Legen der Duftspuren und deren "Verwitterung" beeinflussen,

kaum behandelt. Ebenso gibt es beim Ant-Algorithmus einen Aspekt, der bei der ältesten Art, den Wanderameisen, besondere Aufmerksamkeit verdient: "Ameisenmülen". In diesem Fall laufen alle Ameisen im Kreis und sterben an Erschöpfung, da sie so keine weiteren Futterquellen finden. Ein weiterer Punkt, der einen Erfolg eines zu primitiven Ant-Algorithmus in Frage stellt, sind Ameisen-Straßen, die zu versiegten Futterquellen führen. Wir konnten in unseren Simulationen beide "Fehlentwicklungen" beobachten.

Man kann den Ant-Algorithmus durch Hinzunahme von GPS, Funktechnik und einem großen Arbeitsspeicher zur modifizieren, um ein solches Fehlverhalten zu erkennen oder zu verhindern, aber diese Modifikationen setzen folgendes voraus:

- elektrische Energie
- Rechenleistung
- mindestens die Größe des Chips
- bedenkenlose Anwendung von Funkwellen
- Speichermedium

Raketensteuerungen von Atombomben werden oft von pneumatischen (Staubsaugermotoren und Klappen wie bei Zuse II) oder hydraulischen Systemen betrieben, damit sie bei einem elektromagnetischen Impuls einer anderen Bombe noch weiter funktionieren. In der Atmosphäre eines anderen Planeten könnte eine Elektronik z.B. wegen der starken statischen Ladung des Marsstaubs ähnliche Probleme verursachen. Unter Wasser oder in einem sandigem Medium können GPS und Funkwellen kaum bis gar nicht genutzt werden. Schaut man sich aktuelle Nanotechnologien an, so werden chemische Botenstoffe zur Auslösung bestimmter Reaktionen, interessanter, als mit Funktechnik Roboter in unserer Blutbahn kommunizieren zu lassen. In der Natur werden bereits Hormone (und keine Funkwellen) als Kommunikation eingesetzt. Sollte man chemische Propeller an Makromolekülen bilden oder betreiben, die durch eine chemische Reaktion aufgrund einer bestimmten Konzentration eines künstlichen Hormons an der Stelle des Moleküls, an dem der Propeller sitzt, so sind logische Operationen oder gar Speichermedien in einem Molekül begrenzt. Durch künstliche Metabolismen eine turingvollständige Sprache bilden, die als Eingabe Konzentrationen von bestimmten Molekülen akzeptiert und gleiches als Ausgabemedium zur Steuerung einer molekularen Struktur

erzeugt, mag heute noch nach Science Fiction klingen - findet aber bereits in Laboren statt. (todo: hier fehlt mir noch eine Referenz)

II. NOTES

We added a simple traffic jam control to each unit and measured a better food supply.

This demo file is intended [1] to serve as demo. I wish you the best [2] of success. test test [3] ...

Building robots in hardware to test a swarm algorithm is possible, but expensive hardware

A hardware specific simulation of a single device exists, too: BLE Ant client sim

Using VM with router/device firmware and a network layout should be interesting: Network sim

A. Ant algorithm

1. clever

B. Bee algorithm

1. Ein kleiner teil der Bienen (Scouts) sucht global nach "gärten"
2. Da Gärten, wo es viel "Futter" gibt ein großes Areal sind, kommen viele Scouts zum dance-floor zurück mit ähnlichen Koordinaten
3. normale Bienen folgen nun den Scouts und verbreiten sich im Areal (Nahsuche)
4. ein Teil fliegt als Scout weiter und sucht neue Gärten
5. durch die Nahsuche werden schlechte Regionen von den Bienen ausgeschlossen und bessere Regionen "gespeichert"
6. Biene, die bessere Region fand, wird neuer Scout und fliegt zum dance floor
7. Biene, die in der Region keine Verbesserung nach einer Weile fand, sucht neue Gärten

III. RELATED WORK

intro about solutions and our special new solution/idea. iter through related work with focus on different solutions. Why are some aspects open?

IV. METHODS

Describe technique, structure and data collection of our solution.

V. RESULTS

intro about selected data, getting them and how we analyse them

A. Definitions and Taxonomy

Parameters

- different food area size
- different distance between food area and home
- different count of food areas
- different direction random size
- different prefer pattern for dusty tiles
- different amount, how strong the way decisions effects on setting the new dust
- better to add or multiply dust on a tile
- losing dust on tiles rate
- different hunger limits (?)
- different random seeds (?)

Effects

- development of collected food (%) in 1000 iterations
- used dust (sum) over 1000 iterations
- how many died (how long did they life)
- development of random-, jam- and dust-decisions (%) in a simulation
- distance after last 10 steps before dying (ant traps?)

B. Aspect 1

Subsection text here.

C. Aspect 2

Subsection text here.

D. Discussion

intro, offer explanation and reference to literature

VI. CONCLUSION

...

Future Work: new open questions? how can we find answers in the future? How can we use our solutions in the future?

REFERENCES

- [1] J. Tentschert, H.-J. Bestmann, B. Hölldobler, and J. Heinze, "2,3-dimethyl-5-(2-methylpropyl)pyrazine, a trail pheromone component of *eutetramorium mocquersyi emery* (1899) (hymenoptera: Formicidae)," *Naturwissenschaften*, vol. 87, no. 8, pp. 377–380, Aug 2000. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s001140050745>
- [2] L. Li, H. Peng, J. Kurths, Y. Yang, and H. J. Schellnhuber, "Chaos-order transition in foraging behavior of ants," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, no. 23, pp. 8392–8397, 2014.
- [3] F. Gonzalez, "Smells of sociality," Ph.D. dissertation, 2017.