

Proposal

für die Diplomarbeit

KOMBeR

(Koevolutionäre Optimierung der Morphologie und Bewegung von Robotern)

von

Rico Saßen, Matrikelnr: 1558878

Betreuer:

Prof. Dr. rer. nat. Frank Kirchner

Dipl.-Inf. Jan Hendrik Metzen

Dipl.-Inf. Malte Römmermann

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist eine effektivere Suche einer Morphologie und eines darauf aufbauenden Laufverhaltens von Robotern. Dabei sollten die Roboter möglichst stabil laufen, bei größtmöglicher Geschwindigkeit. Ein weiteres Kriterium wird die Energieeffizienz darstellen. Erreichen möchte ich dies mittels einer kooperativen Suche durch einen Koevolutionären Algorithmus. Anschliessend sollen die Ergebnisse der Koevolution mit den Ergebnissen eines Evolutionären Algorithmus verglichen werden um zu untersuchen, ob die Koevolution ein besseres Lösungspaar hervorbringt. Die MARS Simulation wird dabei als Testumgebung dienen.

Die Bewegung von Robotern kann auf zwei Wegen optimiert werden: Zum einen das Laufverhalten und zum anderen die Morphologie.

Bei dem Laufverhalten werde ich mich an ein CPG-Modell (Spenceberg, 2006) halten.

Der Körperbau des Spaceclimbers wird als Vorlage der Morphologie dienen. Ich werde dabei als Parameter die Länge der einzelnen Gelenke sowie die Breite und Länge des Körpers verwenden.

Da bei dem Problem der Morphologie und dem Problem des Laufverhaltens der Suchraum sehr groß ist, werden zur Suche nach besseren Lösungen heuristische Suchverfahren verwendet. Eine der bekanntesten Gruppen bilden die Evolutionären Algorithmen (Große, 2008).

Eine Erweiterung der Evolutionären Algorithmen ist die Koevolution (Bullock, 1995). Hierbei soll erreicht werden, dass zwei Populationen eines Problems sich gegenseitig bei deren Suche beeinflussen und gegebenenfalls unterstützen. Die Populationen bestehen hierbei aus einer begrenzten Anzahl von Individuen. Die Individuen repräsentieren jeweils eine Kodierung der Parameter der Morphologie beziehungsweise des Laufverhaltens. Diese Kodierung wird als Genom bezeichnet.

Es existieren bereits Arbeiten, die jeweils Lösungen eines der Probleme optimieren, während das andere konstant bleibt (Römmermann, 2007).

Koevolution ist eine Form von Evolutionären Algorithmen, bei der die Fitnessbewertung auf der Interaktion zwischen mehreren Individuen verschiedener Populationen basiert. Diese Interaktionen der Populationen können dabei kooperativ oder kompetitiv sein. Kooperative Populationen unterstützen sich bei der Suche, wohingegen Kompetitive Populationen versuchen andere Populationen zu dominieren.

Ich werde versuchen mithilfe einer kooperativen Koevolution in dieser Diplomarbeit zu

zeigen, dass eine Morphologie und ein dazu passendes Laufverhalten gefunden werden können, die zusammen bessere Ergebnisse liefern, als es die bisherigen "einfachen" Verfahren taten.

Ob ein Paar nun gute Ergebnisse liefert, wird durch einen Kreuzvergleich entschieden. Dabei werden alle aktuellen Lösungen der Bewegungs- mit allen Lösungen der Morphologiepopulation kombiniert um die besten Paare zu finden. Diese werden dann in die nächste Generation übernommen.

Nach Beendigung der Suche wird mittels eines direkten Vergleichs in der MARS Simulation entschieden, ob die Koevolution ein besseres Ergebnis liefert.

Den Koevolutionären Algorithmus realisiere ich durch zwei parallel laufende Evolutionäre Algorithmen, die sich gegenseitig die nötigen Variablen zur Fitnessermittlung teilen. Für den Vergleich mit einem "einfachen" Evolutionären Algorithmus wird jeweils nur einer der beiden Algorithmen laufen, wobei die Population des anderen nur ein Individuum enthält und konstant bleibt. Beides wird entweder mit Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy (CMA-ES) oder dem Evolutionary Computation Framework (EO) realisiert. Beide Frameworks sind als Opensource verfügbar. Die Entscheidung welches Framework benutzt wird hängt von der Implementierbarkeit der Individuen zusammen.

Zeitplan für 6 Monate:

- 1,5 Monate Literaturrecherche und Individuumsanalyse.
- 1,5 Monate Implementierung.
- 1 Monat Suche mittels Algorithmen.
- 2 Monate Auswertung und Schreiben der Diplomarbeit.

Der erste große Meilenstein wird die Individuumsanalyse darstellen. Hierbei wird analysiert in welcher Art und Weise die Parameter in ein Genom kodiert werden. Dabei ist auch wichtig in welcher Weise die Rekombination und Mutation auf solche Genome anwendbar beziehungsweise möglich sind. Da nach meiner Erfahrung das Finden einer passenden Rekombination und Mutation sehr zeitintensiv ist, plane ich dafür 1,5 Monate ein. Die Implementierung beinhaltet auch die Debugging-Phase, die sich aller Wahrscheinlichkeit aber in die folgende Phase hineinschieben wird. Die Implementierung sollte nach erfolgreicher Individuumsanalyse recht schnell vorangehen, da ich vorhandene Frameworks für Evolutionäre Algorithmen zur Verfügung habe. In der Phase "Suche mittels Algorithmus" werden nach ersten Testläufen die Algorithmen eine lange Suche durchführen. Während der Suche wird ein Eingreifen nicht nötig sein. Falls die Algorithmen fehlerfrei und ohne Unterbrechungen laufen, werde ich schon in der Phase mit dem Schreiben der Diplomarbeit beschäftigt sein. Anschliessend kommt die Zusammenstellung und Auswertung der gelieferten Ergebnisse, woraufhin ich die Diplomarbeit zuendeschreiben werde.

Literaturverzeichnis:

Bullock, S. (1995) Co-evolutionary design: Implementations for evolutionary robotics. Technical Report - CSRP 384, University of Sussex, United Kingdom.

Große, D. et al. (2008) EXplayN: Strategieoptimierung und Analyse ausgewählter Spielprobleme, Shaker Verlag.

Römmermann, M. (2007) Diplomarbeit: "Keep on running..." - Anwendung eines evolutionären Algorithmus auf eine biologisch inspirierte Robotersteuerung, DFKI Bremen.

Spenneberg, D. (2006) Bioinspirierte Kontrolle von Laufrobotern. Dissertation, vorgelegt im Fachbereich 3 (Mathematik und Informatik) der Universität Bremen.

Links:

CMA-ES:

<http://www.bionik.tu-berlin.de/user/niko/cmaesintro.html>

EO:

<http://eodev.sourceforge.net/>