

BMFT-Verbundprojekt: HYBRID
Teilvorhaben: GEHA

Förderkennzeichen: 413-4001 01 IB 405 B/5

Abschlußbericht

Dipl.-Inf. Stefan Jäger

Daimler-Benz AG

Forschung und Technik

Postfach 2360

89013 Ulm

Telefon: (0731) 505-2345

E-Mail: jaeger@dbag.ulm.DaimlerBenz.COM

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01 IB 405 B5 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Voraussetzungen	4
3	Planung und Ablauf	5
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand bei Projektbeginn	5
4.1	Benutzte Hilfsmittel und Verfahren	5
4.2	Literatur	6
5	Zusammenarbeit	6
6	Erzielte Ergebnisse	6
6.1	1. Arbeitsphase	6
6.2	2. Arbeitsphase	7
6.3	3. Arbeitsphase	9
6.3.1	Einleitung	9
6.3.2	Abbildung auf ein genetisches Optimierungsproblem (TSP)	10
6.3.2.1	Einlesen des Buchstabens	10
6.3.2.2	Skelettierung	10
6.3.2.3	Erzeugung des Line-Graphen	10
6.3.2.4	Zuweisung von Gewichten (Fitnessberechnung) .	10
6.3.2.5	Vervollständigung des Line-Graphen	13
6.3.2.6	Einführung eines zusätzlichen Knotens	15
6.3.2.7	Genetische Optimierung	16
6.3.2.8	Ableiten der Kantenfolge	16
6.3.3	Verkleinerung des Suchraumes der genetischen Optimierung	16
6.3.4	Lösung des TSP-Problems	18
6.3.4.1	Verfahren zur Lösung	18
6.3.4.2	Mathematischer Rahmen	18
6.4	Resultate	19
6.4.1	Rekonstruierte Schriftzüge	19
6.4.2	Klassifikationsergebnisse	22
6.5	Weitere Arbeiten	22
7	Voraussichtlicher Nutzen	22
8	Fortschritte von dritter Seite	24
8.1	Verwandte Arbeiten	24
8.2	Verwandte Forschungsgebiete	25
9	Veröffentlichungen und Schutzrechtsanmeldungen	26

1 Aufgabenstellung

Das geförderte Projekt “GeHa” ist ein Teilprojekt des geförderten Verbundprojektes “Hybrid”. Hybrid beschäftigt sich mit der Anwendung paralleler genetischer Algorithmen in der kombinatorischen Optimierung und ist selbst ein Teilprojekt im größeren Fördergebiet “Bioinformatik”. Das Ziel von GeHa ist die Anwendung genetischer Algorithmen zur Erkennung gebundener Handschrift. Der Schwerpunkt von GeHa liegt in der Rekonstruktion des Schriftzuges, die den weitaus größten Anteil am gesamten Arbeitspaket von GeHa hat.

In der Handschrifterkennung wird zwischen Off-line- und On-line-Erkennung unterschieden:

- Die On-line-Erkennung ist dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Erkennung von handgeschriebenen Wörtern dynamische Information einsetzen kann. Dynamische Information besteht hierbei z.B. aus der zeitlichen Reihenfolge der geschriebenen Striche, der Geschwindigkeit und Druckstärke während des Schreibens. Zusätzlich kann Information über den Zustand des Schreibgerätes während des Schreibens abgefragt werden, z.B. ob und wann das Schreibgerät Berührung mit dem Papier hat. Zur Erfassung der dynamischen Information wird in der Regel spezielle Hardware benötigt. Dies beschränkt die Anwendungsmöglichkeiten der On-line-Erkennung. Eine in jüngster Zeit häufige Anwendungsmöglichkeit für On-line-Erkennung sind Personal Digital Assistants (PDAs), die eine Art elektronisches Notizbuch darstellen. Neuere Produkte sind z.B. der “Newton” von Apple oder der “Pilot” von US Robotics.
- In der Off-line-Erkennung ist a-priori keine dynamische Information verfügbar. Die Eingabe für einen Off-line-Handschrifterkennung besteht daher nur aus dem statischen Bild des geschriebenen Wortes. Ein typisches Beispiel für die Off-line-Erkennung von Handschrift ist die Postautomatisierung. Hier werden Adressen von Briefen gescannt und diese mit Hilfe der Off-line-Erkennung automatisch an den richtigen Zielort weitergeleitet. Dies vermindert den Aufwand für das mühselige Lesen von Anschriften durch Menschen. So war die mögliche Leistungssteigerung des Erkennungssystems im Anschriftenleser der AEG-Electrocom die Hauptmotivation für die Beantragung des geförderten Projekts [CGM93a, CGM93b, KCGM93, CGKM94, CGKM93].

Aufgrund der Tatsache, daß die On-line-Erkennung dynamische Information zur Erkennung einsetzen kann, sind ihre Erkennungsraten höher als die der Off-line-Erkennung. Eine naheliegende Überlegung ist daher, die dynamische Information aus einem Off-line-Bild zu extrahieren und damit die Off-line-Erkennungsraten zu verbessern. Dies soll gerade durch die Rekonstruktion des Schriftzuges,

d.h. durch das geförderte Projekt, erreicht werden. Zur Erleichterung der Aufgabe wird die dynamische Information innerhalb dieses Projektes gleichgesetzt mit Information über die zeitliche Reihenfolge von Bestandteilen des Wortes. Geschwindigkeit und Druckstärke soll also nicht extrahiert werden.

Zur Rekonstruktion des Schriftzuges mit Hilfe von genetischen Algorithmen muß zunächst eine geeignete Problemrepräsentation und ein problemspezifisches Optimierungskriterium gefunden werden. Die Wahl der Problemrepräsentation wird hierbei praktisch durch die Skelettierung des Wortes vorgegeben, die einen wichtigen Vorverarbeitungsschritt im Erkennungsprozeß darstellt. Das Skelett von einem Wort kann im mathematischen Sinne als Graph mit Knoten und Kanten aufgefaßt werden. Die Knoten repräsentieren die Kreuzungspunkte im Schriftzug, und die Kanten repräsentieren die eigentlichen Schreiblinien. Diese Repräsentation bietet eine mathematische Grundlage für die Rekonstruktion des Schriftzuges und erlaubt eine Formalisierung der Aufgabe. Einige der existierenden Ansätze haben Probleme mit dieser Formalisierung (z.B. [DR92, DR95]). Im Rahmen des Projekts war im wesentlichen das Optimierungskriterium zu bestimmen. Die eigentliche Optimierung sollte dann mit genetischen Algorithmen geschehen.

Neben der Rekonstruktion des Schriftzuges wurden im Projektantrag von GeHa auch zwei kleinere Teilaufgaben angegeben, die vom Daimler-Benz Forschungszentrum Ulm bearbeitet werden sollten. Die erste Aufgabe betraf die Auswahl geeigneter Merkmale durch einen genetischen Algorithmus. In der zweiten Aufgabe sollten optimale Diskriminanzfunktionen bestimmt werden, indem die Koeffizienten für einen Polynomklassifikator mit Hilfe genetischer Algorithmen bestimmt werden.

2 Voraussetzungen

Der Arbeitsumfang des geförderten Projektes wurde auf drei Jahre ausgelegt. Im Forschungszentrum Ulm konnte auf Methoden und Algorithmen des Handschrifterkenners im Erkennungssystem der AEG-Electrocom zurückgegriffen werden. Handgeschriebenes Datenmaterial von amerikanischen Städtenamen wurde von der AEG-Electrocom bereitgestellt. Aufgrund seiner Erfahrungen auf dem Gebiet der genetischen Algorithmen war Herr Mühlenbein von der GMD und seine Arbeitsgruppe der fachliche Ansprechpartner während der Durchführung des Projektes.