

INTERAKTIVES ERKUNDEN TASTBARER GRAFIKEN DURCH BLINDE

Waltraud Schweikhardt, Stuttgart

Zusammenfassung: In diesem Beitrag werden die in unserer Forschungsgruppe entwickelten Strategien vorgestellt, mit denen Blinde im Dialog mit einem Rechner Grafiken erkunden können. Es wird die elektronisch ansteuerbare Stiftplatte beschrieben, auf der sich Punkte, Linien und Flächen tastbar darstellen lassen. Bewegungen können in gewissem Umfang simuliert werden. Es wird die Gerätekonfiguration erklärt, die wir für unsere Pilotimplementierung eingesetzt haben und von den ersten Ergebnissen mit blinden Testpersonen berichtet.

1 Einleitung

Seit vielen Jahren ist die Antwort auf die Frage, ob tastbare Bilder und Grafiken für Blinde sinnvoll sind, umstritten. Reliefdarstellungen haben ihre erklärte Berechtigung im Geometrieunterricht, soweit er an Blindenschulen durchgeführt wird, ebenso bei der Darstellung von Funktionsgraphen in der Analysis und zur tastbaren Wiedergabe von Landkarten, Stadtplänen und Orientierungsplänen (3). Andererseits gibt es engagierte Fürsprecher für Kunst und Kunsterziehung bei Blinden und für den Einsatz von Bildern im Unterricht (11).

An der Universität Stuttgart beschäftigen wir uns nun seit 8 Jahren mit rechnerunterstützten Hilfsmitteln für Blinde. 1982 gelang es uns, eine Firma zu finden, die in der Lage war, uns ein Gerät zur Wiedergabe veränderbarer tastbarer Grafiken herzustellen. Es wurde uns im Rahmen unseres Projekts Bildschirmtext als rechnerunterstütztes Kommunikationsmittel für Blinde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert. Dadurch wurde es uns möglich, Rechnerprogramme zu verwirklichen, mit denen Blinde im Dialog mit einem Mikrorechner grafische Darstellungen ertasten und, falls sie nicht auf Anhieb verstanden werden, erarbeiten können.

Auf diese Weise wurde eine neue Möglichkeit geschaffen, Blinden Bilder darzubieten und zu erforschen, wie weit solche flachen Reliefs verstanden werden können und wie weit die Fertigkeit und die Fähigkeit, sie zu erkunden, geschult werden können.

2 Stuttgarter Pilotkonfiguration zur rechnerunterstützten Wiedergabe tastbarer Bilder

Die zentrale, steuernde Einheit unserer Pilotkonfiguration (siehe Bild 1) ist ein Mikrorechner vom Typ IBM PC XT mit 576 KB Arbeitsspeicher. Er enthält ein Diskettenlaufwerk und eine 10 MB Festplatte. Zur Eingabe verwenden wir eine handelsübliche Tastatur. Eine Blindenschrifttastatur ist zusätzlich anschließbar.

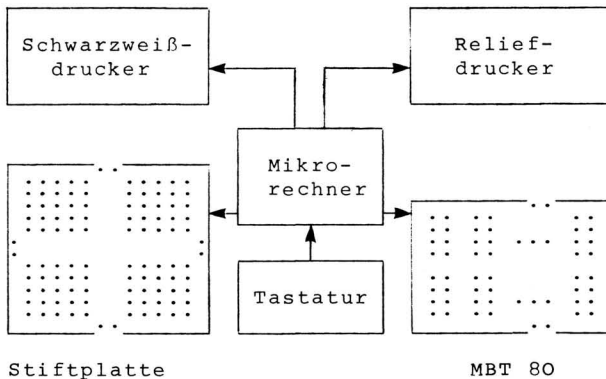


Bild 1: Stuttgarter Pilotkonfiguration zur rechnerunterstützten Wiedergabe tastbarer Bilder

Der Dialog zwischen einem blinden Benutzer und dem Programm wird über die Tastatur und ein Blindenschriftausgabegerät vom Typ MBT 80 (12) geführt, auf dem jeweils 2 Zeilen zu je 40 Zeichen in Blindenschrift dargestellt werden können. Der eingebaute Speicher unseres Geräts hat für weitere 70 Zeilen Platz. Sie können über eine im Gerät befindliche Blätter- und Zifferntastatur zur Anzeige gebracht werden.

Grafiken werden auf der Stiftplatte dargeboten, die 59 Stiftzeilen mit jeweils 109 vom Rechner aus heb- und senkbaren Stiften enthält (14). Jede Darstellung auf der Stiftplatte kann mit einem Reliefdruker vom Typ BETA X3 (13) geprägt ausgegeben werden.

Alle Ausgabegeräte für Blinde sind über serielle Schnittstellen mit dem Mikrorechner verbunden. Die Übertragungsrate ist jeweils 9600 baud.

3 Abbildung von Bildschirminhalten in eine zweiwertige Form

Tastbare Darstellungen enthalten die Werte erhoben und nicht erhoben, sie sind demzufolge umkehrbar eindeutig auf Matrizen mit den logischen Werten 0 und 1 abbildbar. Es ist deshalb die Aufgabe zu lösen, den Bildschirminhalt auf eine bzw., wie später näher erklärt wird, mehrere Matrizen, die die Werte 0 und 1 enthalten, abzubilden.

In dieser Arbeit wird von Darstellungen ausgegangen, die aus alphanumerischen Zeichen, Sonderzeichen, Grafikzeichen und vom Anwender frei definierten Zeichen bestehen.

Jedem auf dem Bildschirm darstellbaren Zeichen wird eine 5x3 - Matrix zugeordnet. Die alphanumerischen Zeichen sowie die Sonderzeichen werden auf die in der linken oberen Ecke enthaltene 4x2 - Matrix abgebildet, während Grafikzeichen alle 15 Plätze zur Verfügung stehen. Nebeneinander- bzw. übereinanderstehende Buchstaben und Ziffern haben damit stets einen Zeichen- und Zeilenabstand voneinander, während Grafikzeichen wie auf dem Bildschirm aneinanderstoßen.

3.1 Abbildung alphanumerischer Zeichen und Sonderzeichen

Bei der Abbildung von Kleinbuchstaben wird das übliche Blindenschriftalphabet mit seinen nationalen Besonderheiten verwendet. Die Unterscheidung der in der Blindenschrift nicht vorgesehenen Großbuchstaben von den Kleinbuchstaben erfolgt durch Hinzunahme von Punkt 7 (siehe Bild 2). Diese Festlegung ist inzwischen bei Blinden, die in der Datenverarbeitung beschäftigt sind, üblich (7).

Weitere Einzelheiten zur Kodierung von Zeichen können den Arbeiten (6), (10) entnommen werden.

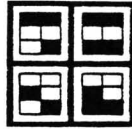
1 o o 4			
2 o o 5		t →	0 ●
3 o o 6			● ●
7 o o 8			0 ●
			● ●
			0 ●

Bild 2: Numerierung der Punkte eines Blindenschriftzeichens; Darstellung der Buchstaben t und T, wobei ● für einen fühlbaren Punkt steht.

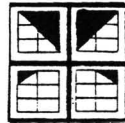
3.2 Abbildung von Grafikzeichen

Grafikzeichen auf Rechnerbildschirmen lassen sich in die folgenden Gruppen einteilen:

- Blockgrafikzeichen



- Schräggrafikzeichen



- Liniengrafikzeichen



- frei definierte Zeichen
(z.B. mit 10x6 Bildpunkten)



Bild 3 zeigt einige Beispiele unserer Kodierungen von Grafikzeichen des CEPT-Standards, der den europäischen Videotex-Systemen zugrunde liegt. Die Kodierungen sind in (10) zusammengestellt.

Frei definierte Zeichen basieren auf unterschiedlichen Rastern. Meist werden pro Zeichen mehr Bildpunkte zur Verfügung gestellt als 15, wie wir sie pro Zeichen bereithalten. Wir nehmen deshalb zunächst eine Abbildung eines Zeichens auf eine

5x3 - Matrix vor, wobei eine Vergrößerung der Darstellung in Kauf genommen werden muß. Auf Wunsch des Lesers sollten frei definierte Zeichen aber auch so dargeboten werden können, daß jedem Bildpunkt ein fühlbarer Punkt entspricht.

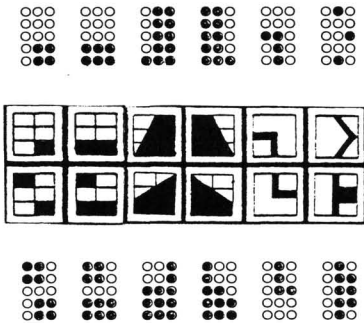


Bild 3: Beispiele zur Kodierung von Block-, Schräg- und Liniengrafikzeichen aus dem europäischen Videa-text-Standard.

Soll ein frei definiertes Zeichen jedoch nicht isoliert dargeboten werden, müssen alle Grafikzeichen der Umgebung entsprechend vergrößert werden; die Blindenschriftwiedergabe von alphanumerischen Zeichen und Sonderzeichen darf dabei nicht verändert werden. Texte erscheinen danach wie "gesperrt gedruckt".

3.3 Schwarzweißdarstellungen

Darstellungen, die nur zwei Farben enthalten, können so umgesetzt werden, daß die Zeichen der einen Farbe fühlbar erscheinen. Kommen innerhalb einer Abbildung Texte vor, wird die Farbe, in der die Texte dargeboten sind, als Vordergrundfarbe und damit als die fühlbar wiederzugebende festgelegt.

3.4 Mehrfarbige Darstellungen

Um mehrfarbige Grafiken zu erzeugen, legt der Programmierer für jedes Zeichen eine Vordergrund- und eine Hintergrundfarbe fest. Es ist auch möglich, Farben, insbesondere Hintergrundfarben für größere Bereiche zu vereinbaren. Über diesen Hintergrundfarben können dann noch Zeichenhintergrundfarben gelegt werden. Die physikalische Hintergrundfarbe muß aber nicht

die logische Hintergrundfarbe innerhalb einer Darstellung sein. Große Farbflächen lassen sich leichter durch entsprechendes Einstellen einer Hintergrundfarbe erzeugen als durch das Setzen mehrerer voll ausgefüllter Grafikzeichen. Dies hat für unsere Anwendung zur Folge, daß aus dem abgespeicherten Bildschirminhalt

- die sichtbaren Farbflächen abgeleitet und
- Attribute wie Vorder- und Hintergrundfarbe bei Grafikzeichen aufgehoben werden müssen.

Es ist dann allerdings die Frage, welche Farbe bzw. welche Farben innerhalb eines Bildes fühlbar wiedergegeben werden sollen. Diese Problematik besteht bei jedem Schwarzweißausdruck einer farbigen Bildschirmseite. Auch dort kann nicht mit Grauwerten gearbeitet werden, die z.B. unterschiedlichen Höhen oder verschiedenen Texturen in einem Tastbild entsprechen könnten.

3.4.1 Zerlegung von Bildschirmhalten. Wir zerlegen Bildschirmhalte in logische Schichten. Dabei wird der Begriff Schicht wie folgt definiert:

Es sei $B = (b_{ij})$ ($i=1,2,\dots,n$) ($j=1,2,\dots,m$) die Matrix aller Zeichen b_{ij} eines Bildschirms mit n Zeilen und m Spalten. Das Leerzeichen werde mit b_0 bezeichnet. Unter der Schicht A versteht man dann die in der Matrix $S_A = (A(b_{ij}))$ zusammengestellten Zeichen, wobei gilt:

$$A(b_{ij}) = \begin{cases} b_{ij}, & \text{falls } b_{ij} \text{ das Attribut } A \text{ hat,} \\ b_0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Die wichtigsten Attribute, nach denen Zerlegungen vorgenommen werden, sind Farben. Farben kennzeichnen zusammenhängende Bereiche und tragen Bedeutung. Um Farben aus dem zum Teil sehr großen Angebot (bis zu 4096 Farben bei Bildschirmtext) in vertrautere Klassen einzuteilen, haben wir Farbgruppen eingeführt, in die die auf einem Bildschirm erscheinenden Farben auf Grund ihrer Zusammensetzung einsortiert werden (2). Die Namen dieser Gruppen mit eventuellen Abstufungen wie Hellorange oder

Dunkelgrün werden einem blinden Benutzer, falls sie im Bild enthalten sind, mitgeteilt. Kommen mehrere Abstufungen einer Farbe vor, werden sie durchnummeriert. Eine Zerlegung des Bildes in alle entsprechenden Farbschichten und deren Ausgabe auf der Stiftplatte kann für das Erkennen des Inhalts von wesentlicher Bedeutung sein. Ebenso kann auf blinkende oder unterstrichene Zeichen zugegriffen werden.

Eine Schicht A kann abgebildet werden auf

- U(A), die Umrißlinien der in A enthaltenen Flächen,
- G(A), eine Vergrößerung der in A enthaltenen Flächen oder
- K(A), eine Verkleinerung der in A enthaltenen Flächen.

Weiter haben wir es ermöglicht, eine Schicht im Wechsel mit einem anderen Stiftplattenzustand dar bieten zu lassen, so daß ein Effekt des Blinkes entsteht. Es ist möglich, nur die Umrißlinien der enthaltenen Flächen in dieser Weise darzubieten oder den Umriß geführt zu umfahren, indem die Stifte der Umrißlinie nacheinander gehoben bzw. gesenkt werden (1).

Neben dem Begriff der Schicht haben wir den der Ansicht definiert:

Eine Ansicht Φ eines Bildschirminhalts ist

- eine Schicht,
- eine abgebildete Schicht oder
- die Vereinigung von Schichten und abgebildeten Schichten.

Mit diesen Darstellungsmöglichkeiten steht ein Instrumentarium zur Verfügung, mit dem sich Blinde den Inhalt eines grafikfähigen Bildschirms im Dialog mit einem Rechnerprogramm erarbeiten können.

4 Dialogablauf

Nach der Eröffnung des Dialogs erhält ein blinder Leser zunächst den auf dem Bildschirm dargebotenen Text in Blindenschrift auf dem MBT 80. Interessiert er sich für die enthaltene graphische Darstellung, wird der Bildschirminhalt auf der Stiftplatte in der Ansicht Ω wiedergegeben, die wie folgt definiert ist.

Es sei T die Schicht, die alle alphanumerischen Zeichen und alle Sonderzeichen enthält, $F_1, F_2, \dots, F_n$ die Schichten, die die Grafikzeichen in den n auf dem Schirm vorhandenen Farben $F_1, F_2, \dots, F_n$ enthalten. Die voreingestellte Ansicht Ω ergibt sich dann zu

$$\Omega = T \cup \left(\bigcup_{i=1}^n U(F_i) \right)$$

Zusätzlich werden die enthaltenen Farben $F_1, F_2, \dots, F_n$ verbal auf dem MBT 80 ausgegeben. Anschließend können durch den Leser andere Ansichten abgerufen werden.

In den Bildern 4 und 5 wird gezeigt, wie eine mehrfarbige Grafik im Schwarzweißdruck erscheint, wenn der Drucker wie üblich alle Vordergrundzeichen schwarz ausgibt, und wie unsere Ansicht Ω derselben Grafik aussieht.

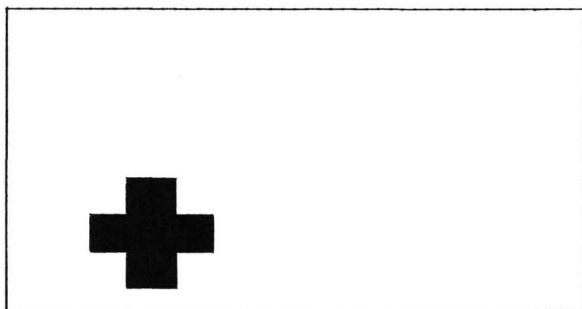


Bild 4: Schwarzweißausdruck einer mehrfarbigen Grafik

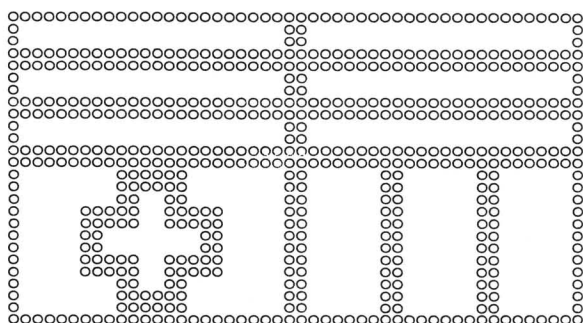


Bild 5: Ausgabe der Ansicht Ω ; $\circ$ steht für gehobene Stifte auf der Stiftplatte.

An diesen Bildern wird deutlich, wie wichtig es ist, die Farben mitzuteilen. In unserem Beispiel erscheinen die Farben weiß, rot, blau, grün, gelb, schwarz.

5 Ausblick

Die in diesem Beitrag vorgestellten Strategien zum Erkunden mehrfarbiger Grafiken durch Blinde im Dialog mit einem Mikrorechner haben wir exemplarisch für Seiten des deutschen Videotex-Systems Bildschirmtext implementiert (8). Wir haben die tastbaren Grafiken inzwischen etwa 25 Personen verschiedenen Alters mit unterschiedlicher Vorbildung vorgeführt, wobei sehr unterschiedliche Grade des Erkennens und Verstehens der Inhalte zu verzeichnen waren. Während manche Leser auch kompliziertere Darstellungen erstaunlich schnell interpretieren konnten, wußten einzelne mit grafischen Objekten nichts anzufangen. Vorherrschend war jedoch die Freude darüber, überhaupt Zugang zu Bildern zu bekommen, die Objekte zu fühlen, neue Formen kennenzulernen und wiederzuerkennen.

An unserem Programmierer, Alfred Werner, der blind ist, haben wir sehr deutlich erlebt, daß sich das Ertasten von grafischen Darstellungen durch Üben erlernen läßt. Wir haben deshalb auch ein Lernprogramm für das Ertasten von geometrischen Objekten entwickelt (9), das Thomas Fehrle auf unserer Pilotkonfiguration im Rahmen seiner Studienarbeit implementiert hat.

Wir wünschen uns, daß durch die neu vorhandenen Geräte und Rechnerprogramme, wodurch völlig neue Voraussetzungen geschaffen wurden, um Blinden tastbare Bilder zu zeigen, weiterreichende Hilfsmittel zur Unterstützung Blinder in Schulen und am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden.

6 Dank

Mein Dank gilt allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, insbesondere Herrn Dipl.-Inform. Klaus Klöpfer und Herrn Alfred Werner, der die meisten der erwähnten Programme implementiert und erprobt hat. Vor allem danke ich aber Prof.Dr. R.Gunzenhäuser, der die Durchführung dieses Projekts ermöglichte.

7 Literaturverzeichnis

- (1) Bleischwitz, W.: Entwurf und Implementierung eines Programms zur Ausgabe von tastbaren Texten und Grafiken auf einer Stiftplatte. Diplomarbeit. Institut für Informatik, Universität Stuttgart 1985.
- (2) Esche, S.: Entwurf und Implementierung eines Programms zur Unterstützung blinder Bildschirmtext-Teilnehmer. Diplomarbeit. Institut für Informatik, Universität Stuttgart 1985.
- (3) Hertlein, J.; Laufenberg, W.: Spezielle Anforderungen an die Gestaltung von Atlanten und Globen, Tagungsband der Internationalen Konferenz über Reliefdarstellungen für Blinde. Ostberlin 1984. 85-92.
- (4) Hudelmeyer, D.: Taktile Bilder als Hilfen zur Veranschaulichung, Kongreßbericht XXIX. Kongreß für Sehgeschädigtenpädagogik. Würzburg 1983. 192-197.
- (5) Schweikhardt, W.: The Impact of Micro-Computers on the Education of Blind Students, in Lewis, R. und Tagg, D. (Hsg.), Computers in Education. North Holland, Amsterdam 1981. 461-467.
- (6) Schweikhardt, W.: Die Stuttgarter Mathematiksschrift für Blinde, Vorschlag für eine 8-Punkt-Mathematiksschrift. Institutsbericht 9/1983. Institut für Informatik, Universität Stuttgart 1983.
- (7) Schweikhardt, W.: 8-Dot-Braille for Representing Information from Computers. Proceedings of the IEEE Computer Society Workshop on Computers in the Education and Employment of the Handicapped. Minneapolis, Minnesota November 1983. 85-88.
- (8) Schweikhardt, W.: Representing Videotex-Pages to the Blind. Proceedings of the IEEE Computer Society, 3rd Annual Workshop on Computers and the Handicapped. Wichita, Kansas November 1984.
- (9) Schweikhardt, W.: Teaching the Blind to Read Tactile Graphics by Computer. Proceedings of the World Conference on Computers in Education (WCCE 85). Norfolk, Virginia 1985.
- (10) Schweikhardt, W.: Vorschlag für eine tastbare Darstellung der Zeichen des CEPT-Standards der europäischen Videotex-Systeme. Institutsbericht. Institut für Informatik, Universität Stuttgart 1985.
- (11) Spitzer, K.; Lange, M.: Tasten und Gestalten, Kunst und Kunsterziehung bei Blinden. Verein zur Förderung Sehbehinderter e.V., Waldkirch 1982.
- (12) Deutsche Blindenstudienanstalt Elektronik und Hilfsmittel gGmbH, Brunnenstr. 10, D-7240 Horb a.N.-Nordstetten.
- (13) Fa. Thiel GmbH & Co. KG, Industrie-Electronic, Pauerweg 4, Postfach 88, D-6104 Seeheim-Jugenheim.
- (14) METEC GmbH, Senefelderstr. 77a, D-7000 Stuttgart 1.