Perimetrie, Automatisierung und Informationstheorie

P.		Fankhauser
P.		Koch
A.		Roulier

Universitäts-Augenklinik Bern (Direktor: Prof. P. Niesel), Eidgenössisches Amt für Mass und Gewicht, Wabern (Direktor: Dr. A. Perlstain)

Adresse des Autors: Dr. F. Fankhauser, Universitäts-Augenklinik, Freiburgstrasse 8, CH-3008 Bern (Schweiz)

(Eine ausführliche Version dieser Arbeit wird an anderer Stelle erscheinen)

Zusammenfassung

Auf der Suche nach einem Entwurf für ein vollautomatisches Perimeter wurde die Kommunikation zwischen Perimetrist und Patient als ein informationstheoretisches Problem behandelt. Einerseits lässt sich abschätzen, welches der mittlere Informationsgehalt einer Patientenantwort unter günstigen Bedingungen ist, andererseits kann man bestimmen, wieviel Information benötigt wird, um ein Gebiet des Gesichtsfeldes mit vorgegebener Präzision darzustellen. Aus der Gegenüberstellung beider Werte ergibt sich die im Mittel notwendige Zahl von Patientenantworten; diese ist, gemessen an der normalerweise zur Verfügung stehenden Untersuchungszeit, überraschend hoch. Die Bedeutung vorhandener Vorkenntnisse und Vermutungen über die Kontrastempfindlichkeitsfunktion des Untersuchten für die Reduktion der Untersuchungszeit wird zahlenmässig erfassbar. Daraus ergibt sich, wie wichtig die persönlichen Eigenschaften des Perimetristen sind.

Beim Entwurf eines den Perimetristen ersetzenden Automaten stellt sich demnach als schwerwiegendes Problem die Aufgabe, das zielstrebige und von Fachkenntnis getragene Vorgehen des Arztes durch eine «intelligente» Strategie der Maschine zu ersetzen. Eine solche Strategie beruht auf optimaler Ausnutzung der Angaben über früher stattgefundene Sitzungen und über den im allgemeinen zu erwartenden Verlauf der Kontrastempfindlichkeitsfunktion. Die vom Patienten bereits abgegebenen Antworten müssen für die weitere Fragestellung möglichst vollständig ausgewertet werden. Hier zeigt sich die Überlegenheit einer Maschine, welche alle erhaltenen Antworten zuverlässig speichern und jederzeit auch für komplizierte Zwischenberechnungen heranziehen kann. Dank der hohen Arbeitsgeschwindigkeit lässt sich die Fragekadenz bis an die Grenze des für den Patienten Erträglichen steigern. Die Freiheit in der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Fragen lässt hoffen, dass systematische Patientenfehler einerseits entdeckt, andererseits aber auch eliminiert werden können.

Die angestellten Überlegungen wurden in Simulationsexperimenten geprüft, bei welchen der eine Teil eines Prozessrechners die Rolle des Patienten spielte, während der andere Teil die Aufgabe des den Perimetristen ersetzenden Automaten übernahm. Beide Teile verkehrten, wie in der tatsächlichen Untersuchungssituation, nur durch vorgelegte «Kontraste» und Ja-Nein-Antworten miteinander. Die Ergebnisse

1 Diese Arbeit wurde mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ausgeführt.

sind sehr ermutigend, da sie die Brauchbarkeit der gewählten Strategie und die Richtigkeit der die notwendige Anzahl Fragen betreffenden Abschätzungen erweisen. Ausserdem erhält man aus diesen Experimenten eine Abschätzung der Kapazität des benötigten Prozessrechners. Es zeigt sich, dass ein soldier in die Gruppe der schon in vielen Laboratorien benützten Minicomputer gehört, womit die finanzielle Tragbarkeit eines Perimetrieautomaten auch für kleinere Kliniken, vielleicht sogar für Gemeinschaftspraxen, wahrscheinlich gemacht wird.

Eine noch offene Frage ist das Verhalten eines durchschnittlichen Patienten bei der Konfrontation mit einem solchen Automaten. Diese Frage kann nur der Versuch beantworten. Der Bau eines Prototyps ist in die Wege geleitet.

Literatur

Fankhauser, F.; Koch, P., and Roulier, A.: On automation of perimetry Graefes.

Arch. Ophthal. 184: 126–150 (1972). Koch, P.; Roulier, A., and Fankhauser, F.: Perimetry – The information theoretical

basis for its automation. Vision Res. 12: 1619–1630 (1972).

Diskussion

Cuendet: L'intéressante communication de MM. Fankhauser, Koch et Roulier pose à nouveau le probleme de la configuration générale des ordinateurs. Autrefois on préférait généralement une très grosse unite centrale utilisée à distance en «timesharing ». Cependant, une unite centrale reliée « on-line » avec de petites unites péri-phériques s'est révélée plus pratique dans certains cas. Actuellement, la baisse spectaculaire des prix des ordinateurs petits et moyens fait de la decentralisation la solution de choix pour nombre de problemes. Je voudrais demander aux auteurs s'ils n'estiment pas qu'une telle decentralisation serait indiquée dans leur etude particulière de l'automatisation de la périmétrie.

Fankhauser (zu Cuendet): Die Beantwortung Ihrer Frage ist nicht leicht

da die Kosten von den speziellen Umständen abhängen. Wenn man das automatische Perimeter im time-sharing-Betrieb über eine Telephonleitung an einen Grosscomputer anschliesst so hat man die Auslagen für einen eigenen Minicomputer gespart. Ist die Telephonleitung lang und die Belegung des Grosscomputers stark

der Schwierigkeits-grad der verlangten Rechenoperationen jedoch klein

so wird der Betrieb kostspielig. In unserem speziellen Fall wechseln Phasen mit sehr komplizierten und Phasen mit anspruchsloseren Rechenoperationen miteinander ab und der Entscheid

welches Verfahren in einem gegebenen Fall das billigste ist

hängt von einer sorgfältigen Prüfung aller relevanten Faktoren ab. Die Kosten für die Belegung des Telephon-netzes werden sich in Zukunft kaum ändern

während die Auslagen für die Benützung eines Grosscomputers Tendenz zur Abnahme zeigen.

Wenn das Perimeter an einem betriebsinternen Computer angehängt werden kann – was voraussetzt

dass dieser für das time-sharing-Verfahren eingerichtet ist -, so entstehen erfahrungsgemäss Schwierigkeiten bei der Verteilung der Zugriffsprioritäten. Falls Sie eine hohe Priorität haben können Sie die anderen Benützer stören

umgekehrt werden Sie gestört

wenn Sie eine niedere Priorität haben. Der einzige Nachteil des eigenen Computers sind die hohen Anschaffungskosten. Diese sinken jedoch von Jahr zu Jahr.