

Diss. ETH No 12781

COMPUTER-BASED SCREENING OF THE VISUAL SYSTEM

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of
DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCES

presented by
ANDREAS HOFFMANN
Dipl. Inform. University (TH) Karlsruhe
born June 29th 1965
citizen of Germany

accepted on the recommendation of:
Prof. Dr. Dr. H. Krueger, examiner
Prof. Dr. H. Bubb, co-examiner

1998

Zusammenfassung

In der Arbeitsmedizin werden häufig Personen auf ihre gesundheitliche Eignung für die Ausübung ihrer Tätigkeit untersucht. Bei diesen Untersuchungen geht es darum, eine meist geringe Anzahl von Personen mit auffälligen Symptomen in einer großen Menge von Personen zu erkennen. Für solche flächendeckenden Screening-Untersuchungen ist der hohe Aufwand bei zuverlässiger Datenerhebung bekannt.

In dieser Arbeit wird ein Computer-basiertes Screening System (CBSS) für ein zweistufiges Screening-Verfahren vorgestellt. In einem ersten Screening-Test kann eine Person im Dialog mit dem CBSS eine Testuntersuchung selbständig durchführen. Dadurch können die erforderlichen Ressourcen zur Durchführung des ersten Screening-Testes reduziert werden, um auffällige Personen zu erkennen. Nach diesem ersten Screening-Test unter Verwendung des CBSS können die frei gewordenen personellen Ressourcen des medizinischen Personals in einem zweiten Screening-Schritt intensiver für solche Personen aufgewendet werden, die vom CBSS als auffällig erkannt wurden.

Um die Verwendbarkeit von Computer-basiertem Screening zu erörtern, wurde in dieser Arbeit ein CBSS zur Bewertung der Leistungsfähigkeit des visuellen Systems entwickelt.

Für die Untersuchungen des visuellen Systems und der Verwendung von Computern und Computer-Bildschirmen sind Restriktionen bekannt; beispielsweise die Farbdarstellung und Auflösung des Bildschirms oder psychologische Komponenten bei der Benutzung eines Computers. Es muß daher sichergestellt werden, daß bei der Verwendung des entwickelten CBSS die erhobenen Resultate verlässlich sind. Der Nachweis der Verlässlichkeit des entwickelten CBSS wurde durch die folgenden Arbeitsschritte erbracht:

1. Eine Analyse der derzeitig verwendeten Vorgehensweisen und Ressourcen bei Standarduntersuchungen des visuellen Systems ermittelte ein vielfach angewendetes Verfahren in Deutschland. Dieses Verfahren basiert auf einer Gesetzesvorschrift für die Untersuchung des visuellen Systems von Arbeitnehmern an Bildschirmarbeitsplätzen.
2. Diese vorgeschriebenen Untersuchungen wurden in ein CBSS integriert. Um die Entwicklungskosten gering zu halten und die Portabilität des Systems zu gewährleisten, wurde weitestgehend auf Standardkomponenten eines Computers zurückgegriffen. Dennoch waren technische Neuentwicklungen notwendig, da die Restriktionen eines Computer-Bildschirms die Integration aller Untersuchungen nicht erlaubte. Zusätzlich waren die Anpassung von Parametern, wie Farbdarstellungen für Anaglyphen-Verfahren und Anpassungen der Sehdistanzen notwendig.
3. Es wurde experimentell nachgewiesen, daß das CBSS keine signifikanten Unterschiede für die Resultate im Vergleich zu derzeit verwendeten Standardverfahren erhebt. Die Resultate zeigten, daß der automatisierte Ansatz einer Computer-basierten Vorgehensweise bezüglich der Verlässlichkeit der erhobenen Daten vorteilhaft sein kann.

Diese erreichten Resultate erlauben die Schlußfolgerung, daß mit dem entwickelten CBSS derzeitige Untersuchungen des visuellen System verlässlich durchgeführt und Ressourcen eingespart werden können.

Das modular entwickelte CBSS erlaubt weitere Integrationen von Standarduntersuchungen anderer sensorischer Parameter, was die Vorteile einer Computer-basierten Vorgehensweise unterstreicht. Damit kann das CBSS als Basis zu weiteren Entwicklungen zum Erreichen von effizienten Screening-Untersuchungen verwendet werden.

Summary

Occupational health often requires that employees are frequently examined for health qualification for the job requirements. The concern of these examinations is usually to discriminate a small number of conspicuous subjects from a large pool of subjects. Such examinations are called screening examinations and they are known to be resource intensive for assessing reliable results.

In this thesis a computer-based screening system (CBSS) is presented to be applied in a two-step screening procedure. In a first step subjects can perform self-screening tests by interacting with the CBSS. Using the CBSS the resources necessary can be reduced for discriminating conspicuous subjects. After the first screening-test the gained personal resources can be applied in a second screening step for more sophisticated examinations of conspicuous subjects. Those subjects were detected when using the CBSS.

For analyzing computer-based screening to be practical, a CBSS was developed in this work into examine the human visual performance.

For the use of computers and visual display units (VDU) several restrictions are known for examinations of the visual system, such as color or resolution of the VDU, or psychological barriers when using a computer. These restrictions forced the assurance that the assessed data is valid and reliable when using the CBSS. The validity of the developed CBSS was proven by the following steps:

1. An analysis of currently used procedures and resources for standard examinations of the human visual performance determined a procedure frequently used in Germany. This examination procedure for the visual system is based on a legal regulation for workers at VDU workplaces.
2. These examinations were integrated in a CBSS. When using standard computer components the resources involved were reduced and the portability of the CBSS was increased. New technical development was still required because restrictions of a standard VDU did not allow the integration of all examinations. Additionally, adjustments of examination parameters such as color for anaglyphs or viewing distances were required to allow the integration of all visual examinations into the CBSS.
3. It was shown experimentally that the results assessed when using the CBSS were not significantly different to results assessed using standard procedures. The automated approach of the CBSS showed advantages for the reliability of the assessed results.

The achieved results are foundations to allow the conclusion, that the developed CBSS is valid to perform current examinations of the visual system and the resources involved in the screening process can be reduced.

The modularity approach taken in the implementation of the CBSS, allows further integration of tests of other sensory parameters. This supports the advantage of a computer-based approach for screening tests. The developed CBSS can be used as a basis for further development to achieve efficient computer-based screening tests.
