

THEORETISCHE UND EXPERIMENTELLE  
UNTERSUCHUNG DER VISUELLEN DETEKTION  
VON OBJEKTEN IN FERNSEHBILDERN

ABHANDLUNG  
ZUR ERLANGUNG  
DES TITELS EINES DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
DER  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

GIUSEPPE CARLO PIFFARETTI  
Dipl. El.-Ing. ETH Zürich  
geboren am 5. Mai 1950  
von Paradiso (Kanton Tessin)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. E. Baumann, Referent  
P.D. Dr. T. Celio, Korreferent

1980

## Zusammenfassung

---

Um die optimalen Einsatzbedingungen eines elektrooptischen Systems zur Aufnahme, Verarbeitung und Wiedergabe von Bildern zu bestimmen, ist es notwendig, die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass ein Beobachter die damit dargestellten Objekte erkennen kann.

Das Hauptproblem ist die Definition einer von den Eigenschaften des Bildes, des benutzten elektrooptischen Systems und des Sehsystems abhängigen Grösse, mit der die Detektionswahrscheinlichkeit berechnet werden kann.

In dieser Arbeit wird eine Methode vorgeschlagen, die auf der Berechnung des Signal-Rauschverhältnisses ( $S/N$ ) bezogen auf das massgebende Merkmal des gesuchten Objektes beruht. Durch dieses Merkmal unterscheidet sich das gesuchte Objekt von den übrigen im Bild enthaltenen Objekten und von den Objekten, die eventuell im Bild vorhanden sein können. Die zur Berechnung des  $S/N$  benötigten charakteristischen Eigenschaften dieses Merkmals sind durch seine kritische Dimension und den Mittelwert seiner Helligkeitsverteilung gegeben. Das  $S/N$  wird unter Berücksichtigung der MTF des Sehsystems berechnet, so dass es möglich ist, einen einzelnen Schwellwert für eine vorgegebene Detektionswahrscheinlichkeit und für verschiedene Diskriminationsgrade zu bestimmen.

Der Schwellwert wurde mit Hilfe einer statistischen Auswertung der Resultate aus einer experimentellen Untersuchung mit synthetischen und realen Bildern bestimmt und überprüft. Dabei wurden diese auf einem schwarz-weiss Fernsehbildschirm den Testpersonen gezeigt.

Um den Anwendungsbereich dieses Verfahren besser zu definieren, wurde der Einfluss des Suchvorganges unter der Annahme, dass die Augenbewegung durch die im peripheren Netzhautteil aufgenommenen Information gesteuert wird, theoretisch analysiert und dann experimentell überprüft. Dabei konnte man zeigen, dass der Einfluss des Suchvorganges

nur berücksichtigt werden muss, wenn das betrachtete Bild komplex und die Beobachtungszeit begrenzt ist.

Die nach diesem Verfahren berechneten Detektionswahrscheinlichkeiten wurden experimentell anhand realer Bilder überprüft, wobei die Detektionsaufgabe eine Identifikation oder eine Erkennung der gezeigten Objekte forderte.

Die gemessenen Werte wurden mit den nach dem hier entwickelten Verfahren und mit den nach einem aus der Literatur bekannten Verfahren betrachteten Werten verglichen. Es wird gezeigt, dass die Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Werten für das vorgeschlagene Verfahren besser ist.

## Riassunto

---

Per poter determinare le possibilità d'impiego di un sistema elettro-ottico di ripresa, elaborazione e rappresentazione di immagini, è necessario calcolare la probabilità di un osservatore, per diverse condizioni di lavoro, di riconoscere gli oggetti che gli vengono così presentati.

Il problema centrale è costituito dalla definizione di una grandezza dipendente dalle caratteristiche dell'immagine stessa, del sistema elettro-ottico e del sistema visivo con la quale calcolare direttamente la probabilità di detezione.

Qui viene proposto un metodo basato sul calcolo del rapporto segnale-rumore ( $s/n$ ) riferito alla parte più rilevante dell'oggetto cercato. Esso è stato sviluppato per il caso in cui le immagini vengano presentate su di uno schermo televisivo bianco e nero, tenendo conto della visione foveale e periferica e del processo di ricerca.

I risultati dei calcoli teorici sono stati verificati sperimentalmente mediante l'esecuzione di test con immagini sintetiche (oggetti a 3 strisce chiaro-scure) e reali, e confrontati con i valori ottenuti utilizzando diversi metodi di calcolo.

## Résumé

---

Pour déterminer les possibilités d'utilisation d'un système électro - optique d'enregistrement, de traitement et de reproduction d'images, il est nécessaire de calculer, pour un observateur donné, la probabilité de reconnaissance des objets ainsi reproduits.

Le problème principal est la définition d'une grandeur, dépendant à la fois des caractéristiques de l'image, du système électro-optique et du système visuel, qui permette de calculer la probabilité de détection.

Ce travail présente une méthode basée sur le rapport signal-bruit de la partie de l'image ou de l'objet cherché la plus frappante. Elle a été développée dans le cas d'images présentées sur un écran de télévision noir-blanc, en tenant compte de la vision fovéale et périphérique et du processus de recherche.

Les résultats de calcul théoriques sont vérifiées expérimentalement à l'aide d'essais avec des images synthétiques (objets a trois barres clair-sombre) et réelles. Ils sont comparés aussi aux résultats d'autres méthodes.

Abstract

---

The optimal utilization of an electro-optical imaging system is characterized by the detection probability of the observer for different working conditions.

The central problem is given by the definition of a function depending on the image and object features, on the characteristics of the electro-optical system and of the visual system, which at the same time is closely related to the visual detection probability.

A method based on the signal to noise ratio (S/N) related to the most conspicuous region of the image or of the searched object is presented, which was specially developed for images shown on a black and white TV-Monitor. Search process, foveal and peripheral vision are also included.

The theoretical results was checked in an experimental investigation. As targets we used synthetic (3-bars targets) and real objects. The results are also compared with values obtained from other calculation methods.