



ISBN 3 900 734 38 0

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE
INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION
INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

TECHNICAL REPORT

PARAMETRIC EFFECTS IN
COLOUR-DIFFERENCE EVALUATION

Pub. N° CIE 101

1st Edition 1993

UDC: 535.65

Descriptor: Colour measurement, colorimetric methods and apparatus

II

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 1-28 of Division 1 'Vision and Colour' and has been approved by the Board of Administration of the Commission Internationale de l'Eclairage for study and application. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by the CIE membership and other interested parties. It should be noted, however, that the status of this document is advisory and not mandatory. The latest CIE proceedings or CIE NEWS should be consulted regarding possible subsequent amendments.

Ce rapport technique a été préparé par le Comité Technique CIE 1-28 de la Division 1 'Vision et Couleur' et a été approuvé par le Bureau d'Administration de la Commission Internationale de l'Eclairage, pour étude et application. Le document traite des connaissances courantes et de l'expérience dans le domaine spécifique indiqué de la lumière et de l'éclairage, et il est établi pour l'usage des membres de la CIE et autres groupements intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire. Pour connaître d'éventuels amendements, consulter les plus récents comptes rendus de la CIE ou le CIE NEWS.

Dieser Technische Bericht ist vom CIE-Technischen Komitee 1-28 der Division 1 'Sehen und Farbe' ausgearbeitet und vom Vorstand der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument berichtet über den derzeitigen Stand des Wissens und Erfahrung in dem behandelten Gebiet von Licht und Beleuchtung; es ist zur Verwendung durch CIE-Mitglieder und durch andere Interessierte bestimmt. Es sollte jedoch beachtet werden, daß das Dokument eine Empfehlung und keine Vorschrift ist. Die neuesten CIE-Tagungsberichte oder das CIE NEWS sollten im Hinblick auf mögliche spätere Änderungen zu Rate gezogen werden.

Any mention of organisations or products does not imply endorsement by the CIE. Whilst every care has been taken in the compilation of any lists, up to the time of going to press, these may not be comprehensive.

Toute mention d'organisme ou de produit n'implique pas une préférence de la CIE. Malgré le soin apporté à la compilation de tous les documents jusqu'à la mise sous presse, ce travail ne saurait être exhaustif.

Die Erwähnung von Organisationen oder Erzeugnissen bedeutet keine Billigung durch die CIE. Obgleich große Sorgfalt bei der Erstellung von Verzeichnissen bis zum Zeitpunkt der Drucklegung angewendet wurde, ist es möglich, daß diese nicht vollständig sind.

© CIE 1993

FOREWORD

The following members of TC 1-28, Parameters affecting colour-difference evaluation, took part in the preparation of this technical report. The committee comes under CIE Division 1, Vision and Colour.

Members

R. S. Berns	USA
F. W. Billmeyer, Jr.	USA
K. Ikeda	Japan
A. R. Robertson	Canada
K. Witt	Germany (chairman)

Consultants

M. R. Luo	Great Britain
T. O. Maier	USA

Table of contents

	page
Foreword	IV
Table of contents	V
Summary	V
Zusammenfassung	V
Résumé	V
1.INTRODUCTION	1
1.1 Scope	2
2. PARAMETRIC FACTORS	3
2.1 Observer uncertainty	4
2.1.1 Variability of colour matching	4
2.1.2 Variability of judgments on constant stimuli	4
2.2 Physical parameters	4
2.2.1 Sample size	5
2.2.2 Sample separation	5
2.2.3 Texture	6
2.2.4 Colour of background	7
2.2.5 Luminance of sample	8
2.2.6 Lightness of sample	8
2.2.7 Unidentified factors	9
3. CONCLUSIONS	10
4. FUTURE WORK	11
5. REFERENCES	12

PARAMETRIC EFFECTS IN COLOUR-DIFFERENCE EVALUATION

SUMMARY

The variability in correlating visual colour discrimination with colorimetric measures may be understood better if parameters that affect the correlation are quantified. A review is given of known parametric effects of a human and physical nature, and advice is given for a tentative modification of colour-difference evaluation techniques based on characterized parametric effects.

Human factors such as variability in and between observers are very important random factors, and may be a major source of uncertainty.

Some physical changes in the presentation of colour-discrimination tasks are shown to produce significant shifts of colour-difference sensitivity.

In some cases these changes have been quantified, however, these results were carried out using quite different experimental techniques (such as colour matching using a visual colorimeter or judgments of constant stimuli using physical samples) and are based upon very limited numbers of colour centres and observations. Hence, more research is needed for a full understanding of their influence.

PARAMETRISCHE EINFLÜSSE AUF DIE FARBABSTANDSBEWERTUNG

ZUSAMMENFASSUNG

Die Schwankungen im Grad der Übereinstimmung von visuell bewerteten Farbunterschieden mit den farbmetrischen Meßwerten können besser verstanden werden, wenn die Parameter, die diese Übereinstimmung bestimmen, quantifiziert werden. Es wird ein Überblick über bekannte parametrische Effekte von menschlicher und physikalischer Art gegeben, und es werden Vorschläge zur versuchsweisen Modifikation der Verfahren zur Farbdifferenz-Bewertung gemacht.

Menschliche Faktoren, wie die Variabilität der Urteile eines Beobachters oder der zwischen Beobachtern, sind sehr wichtige statistische Faktoren und können eine große Quelle der Unsicherheit sein.

Einige physikalische Änderungen in der Gestaltung von Versuchen zur Farbunterscheidung werden gezeigt, die wesentliche Änderungen in der Empfindlichkeit für Farbunterschiede bewirken.

In einigen Fällen wurden diese Änderungen quantifiziert, jedoch wurden diese Ergebnisse bei ganz verschiedenen experimentellen Verfahren erhalten (wie Farbabgleiche mit einem visuellen Farbmeßgerät oder Beurteilung gleicher Farbreize an physikalischen Proben), und sie beruhen auf einer sehr begrenzten Anzahl von Farbörtern und Beobachtungen. Daher ist mehr Forschungsarbeit notwendig, um ihren Einfluß voll zu verstehen.

PARAMETRES DANS L'EVALUATION DES DIFFERENCES DE COULEUR

RESUME

La corrélation entre les discriminations visuelles de couleur et leurs mesures colorimétriques est affectée d'une variabilité qui peut être mieux comprise si les paramètres qui interviennent dans la corrélation sont évalués numériquement. On passe en revue l'action des paramètres connus, de nature humaine et de nature physique. On donne ensuite des indications pour un essai d'introduction de ces paramètres dans l'évaluation des différences de couleur.

Les facteurs humains, tels que la variabilité d'un observateur ou la variabilité entre observateurs sont des éléments aléatoires très importants qui peuvent être une source majeure d'incertitude.

On montre que quelques modifications physiques dans la présentation des tâches de discrimination de couleur produisent des changements significatifs de la sensibilité aux différences de couleur.

Dans quelques cas ces changements ont pu être quantifiés. Cependant ces résultats ont été obtenus à partir de techniques expérimentales assez différentes (telles que des égalisations colorimétriques avec un colorimètre visuel, ou sur des échantillons réels par une méthode de stimulus constants) et s'appuient sur un nombre très limité de centres de couleurs et d'observations. De ce fait des recherches complémentaires sont nécessaires pour une connaissance plus complète de leur influence.

1. INTRODUCTION

A major problem in colour-difference evaluation is the heterogeneity of experimental results relating psychological responses to psychophysical measures. Their variability may to a large extent depend on some of the parameters underlying the experimental organisation of a visual task. Fig. 1 demonstrates the variability of perceptual colour-difference ellipses in the chromaticity plane at a defined colour centre. The results shown are for different studies [1.1] of contour lines of equal colour-difference perception weighted for equal size of ellipse area.

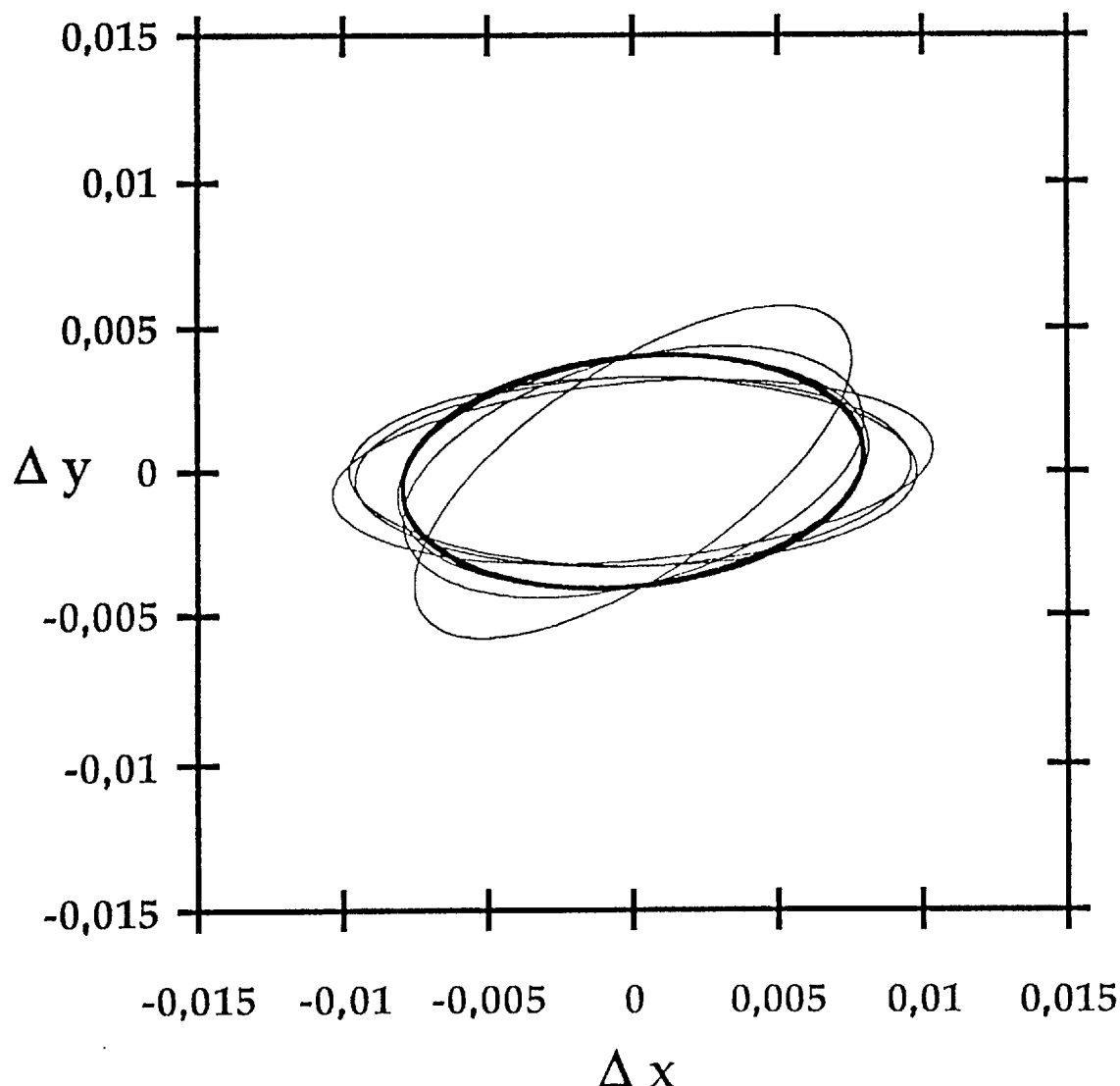


Fig. 1: Perceptual colour-difference chromaticity ellipses at CIE red colour centre.

A comprehensive colour-difference formula is desired by industry and should include some adjusting factors to allow for the changes of viewing parameters such as different sample sizes, separations, textures, background colours, luminances and lightnesses of samples, if they significantly change perceived colour difference. The root of this thinking can be traced back to Judd's development of the NBS colour-difference formula, which included parameters accounting for the gap between adjacent samples and for field size [1.2].

CIE TC-1.3 (Colorimetry) has already described some physical parameters limiting the cases to which the CIE 1976 colour-difference formulae should be applied [1.3]. They are "...intended to apply to comparison of differences between object colours of the same size and