ISBN 978-3-902842-36-7

CIE

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

TECHNICAL REPORT

EFFECT OF STIMULUS SIZE ON COLOUR APPEARANCE

CIE 208:2014

UDC:	612.843.31	Descriptor:	Colour vision
	159.937.51		Perception of colour
	535.66		Colours of objects

Documents
Document Sharing Hub

Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organization devoted to international co-operation and exchange of information among its member countries on all matters relating to the art and science of lighting. Its membership consists of the National Committees in about 40 countries.

The objectives of the CIE are:

1. To provide an international forum for the discussion of all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting and for the interchange of information in these fields between countries.
2. To develop basic standards and procedures of metrology in the fields of light and lighting.
3. To provide guidance in the application of principles and procedures in the development of international and national standards in the fields of light and lighting.
4. To prepare and publish standards, reports and other publications concerned with all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting.
5. To maintain liaison and technical interaction with other international organizations concerned with matters related to the science, technology, standardization and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried on by seven Divisions each with about 20 Technical Committees. This work covers subjects ranging from fundamental matters to all types of lighting applications. The standards and technical reports developed by these international Divisions of the CIE are accepted throughout the world.
A plenary session is held every four years at which the work of the Divisions and Technical Committees is reviewed, reported and plans are made for the future. The CIE is recognized as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organizations.

LA COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les Pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage. Elle est composée de Comités Nationaux représentant environ 40 pays.

Les objectifs de la CIE sont :

1. De constituer un centre d'étude international pour toute matière relevant de la science, de la technologie et de l'art de la lumière et de l'éclairage et pour l'échange entre pays d'informations dans ces domaines.
2. D'élaborer des normes et des méthodes de base pour la métrologie dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
3. De donner des directives pour l'application des principes et des méthodes d'élaboration de normes internationales et nationales dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
4. De préparer et publier des normes, rapports et autres textes, concernant toutes matières relatives à la science, la technologie et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
5. De maintenir une liaison et une collaboration technique avec les autres organisations internationales concernées par des sujets relatifs à la science, la technologie, la normalisation et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Les travaux de la CIE sont effectués par 7 Divisions, ayant chacune environ 20 Comités Techniques. Les sujets d'études s'étendent des questions fondamentales, à tous les types d'applications de l'éclairage. Les normes et les rapports techniques élaborés par ces Divisions Internationales de la CIE sont reconnus dans le monde entier.
Tous les quatre ans, une Session plénière passe en revue le travail des Divisions et des Comités Techniques, en fait rapport et établit les projets de travaux pour l'avenir. La CIE est reconnue comme la plus haute autorité en ce qui concerne tous les aspects de la lumière et de l'éclairage. Elle occupe comme telle une position importante parmi les organisations internationales.

DIE INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) ist eine Organisation, die sich der internationalen Zusammenarbeit und dem Austausch von Informationen zwischen ihren Mitgliedsländern bezüglich der Kunst und Wissenschaft der Lichttechnik widmet. Die Mitgliedschaft besteht aus den Nationalen Komitees in rund 40 Ländern.

Die Ziele der CIE sind :

1. Ein internationaler Mittelpunkt für Diskussionen aller Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik und für den Informationsaustausch auf diesen Gebieten zwischen den einzelnen Ländern zu sein.
2. Grundnormen und Verfahren der Messtechnik auf dem Gebiet der Lichttechnik zu entwickeln.
3. Richtlinien für die Anwendung von Prinzipien und Vorgängen in der Entwicklung internationaler und nationaler Normen auf dem Gebiet der Lichttechnik zu erstellen.
4. Normen, Berichte und andere Publikationen zu erstellen und zu veröffentlichen, die alle Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik betreffen.
5. Liaison und technische Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen zu unterhalten, die mit Fragen der Wissenschaft, Technik, Normung und Kunst auf dem Gebiet der Lichttechnik zu tun haben.

Die Arbeit der CIE wird in 7 Divisionen, jede mit etwa 20 Technischen Komitees, geleistet. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtanwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind auf der ganzen Welt anerkannt.
Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen überprüft, berichtet und neue Pläne für die Zukunft ausgearbeitet werden. Die CIE wird als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Beleuchtung angesehen. Auf diese Weise unterhält sie eine bedeutende Stellung unter den internationalen Organisationen.

Published by the

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
CIE Central Bureau
Babenbergerstrasse 9, A-1010 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87
e-mail: ciecb@cie.co.at
WWW: http://www.cie.co.at/

© CIE 2014 - All rights reserved

Documents
Document Sharing Hub

Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

ISBN 978-3-902842-36-7

CIE

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

TECHNICAL REPORT

EFFECT OF STIMULUS SIZE ON COLOUR APPEARANCE

CIE 208:2014

UDC:	612.843.31	Descriptor:	Colour vision
	159.937.51		Perception of colour
	535.66		Colours of objects

Documents
Document Sharing Hub

Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 1-68 of Division 1 "Vision and Colour" and has been approved by the Board of Administration as well as by Division 1 of the Commission Internationale de l'Eclairage. 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.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 1-68 de la Division 1 "Vision et Couleur" et a été approuvé par le Bureau et Division 1 de la Commission Internationale de l'Eclairage. Le document expose les connaissances et l'expérience actuelles dans le domaine particulier de la lumière et de l'éclairage décrit ici. Il est destiné à être utilisé par les membres de la CIE et par tous les intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee CIE 1-68 der Division 1 "Sehen und Farbe" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 1 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.

Any mention of organizations 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, besteht die Möglichkeit, dass diese nicht vollständig sind.

© CIE 2014 - All rights reserved

Documents
Document Sharing Hub
Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014
Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

The following members of TC 1-68 "Effect of stimulus size on colour appearance" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 1 "Vision and Colour".

Authors:

Alessi, P.	USA
Bodrogi, P.	**Germany (Chair)**
da Pos, O.	Italy
Fridell Anter, K.	Sweden
Luo, M.R.	United Kingdom
Nilsson, T.	Canada
Pointer, M.	United Kingdom
Sagawa, K.	Japan
Schanda, J.	Hungary
Ünver, R.	Turkey
Viénot, F.	France
Xiao, K.	China

Advisor:

Derefeldt, G.	Sweden

Acknowledgement:

The French translation of the summary was performed by Charlotte Bois, at the time of publication PhD student at Technische Universität Darmstadt, Germany.

Documents
Document Sharing Hub

Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014

Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

CONTENTS

Summary V
Résumé V
Zusammenfassung V
1 Introduction 1
2 Concept of Equivalent Colour for Large Uniform Stimuli 2
3 Visual Experiments on the Colour Size Effect 3
3.1 Brightness and Stimulus Size 3
3.2 Colour Size Effect: Perceived Size and Angular Size 3
3.3 Colour Size Effect: Painted Indoor Walls 5
3.4 Colour Size Effect: Varying Sizes and Viewing Media 6
3.5 Colour Size Effect: Immersive Self-Luminous Stimuli 6
4 Studies on Colour Appearance in Real Life Full Scale Situations 8
4.1 Perceived Colour of Painted Building Façades 8
4.2 Colour Appearance in Interior Rooms 10
4.3 Perceived Colour in Interior Rooms with Daylight from Different Compass Directions 11
4.4 Comparison between Studies on Colour Appearance in Real Life Full Scale Situations 13
5 Mathematical Models of the Colour Size Effect 13
5.1 Colour Size Effect of Painted Indoor Walls 13
5.2 Varying Sizes and Viewing Media 13
5.3 Self-Luminous Immersive Stimuli 14
5.4 Comparison of the Mathematical Models of the Colour Size Effect 15
6 Comparison of the Mathematical Models with the Tendencies of the Other Experiments 17
References 18

Documents
Document Sharing Hub
Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014
Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

EFFECT OF STIMULUS SIZE ON COLOUR APPEARANCE

Summary

This report deals with the effect of stimulus size on colour appearance for the case of large (> 20°) colour stimuli. Neither the standard observers nor the CIECAM02 model can predict the colour size effect, i.e. the different colour appearance of large stimuli compared to a standard size stimulus. This report defines the concept of equivalent colour to describe large size colour stimuli in terms of standard 2° stimuli of equal colour appearance.

There is only little research dealing with the effect of stimulus size. This report refers to a few projects on colour appearance of real life rooms, façades and immersive self-luminous displays. In the laboratory tests there is a trend that the perceived colour of the large stimulus exhibits a higher lightness and a higher chroma than the small one. Significant hue changes were also observed.

Results from real life studies do not always agree with those from laboratory tests. One reason for this could be that there are several other factors that interact with the colour size effect and influence the colour appearance of large stimuli. Therefore, the tentative mathematical models of this Report are intended to describe only specific viewing situations.

INFLUENCE DE LA SURFACE DU STIMULUS SUR L'APPARENCE DES COULEURS

Résumé

Ce rapport décrit l'influence de la surface du stimulus sur l'apparence des couleurs dans le cas de stimuli colorés de surface importante (> 20°). Ni les observateurs normalisés ni le modèle CIECAM02 ne peuvent prédire l'effet de la taille des couleurs (colour size effet), c'est-à-dire l'apparence des couleurs différente pour des stimuli de taille importante comparée à des stimuli de taille standard. Ce rapport définit le concept de couleurs équivalentes afin de décrire les stimuli colorés de surface importante en termes de stimuli standards 2° à apparence de couleur égale.

Il y a peu de recherches qui traitent de l'effet de la taille du stimulus. Ce rapport s'appuie sur les résultats de projets sur l'apparence des couleurs dans de réels espaces d'habitation, des façades et des écrans auto-éclairants de grande surface. Les résultats obtenus en laboratoire montrent une certaine tendance : les couleurs perçues d'un stimulus de surface importante possèdent plus grandes luminosité et chroma qu'avec des stimuli de surface plus petite. Des changements significatifs de teinte ont aussi été observés.

Résultats appliqués à la vie réelle ne sont pas toujours en accord avec ceux du laboratoire. Une des raisons qui pourrait justifier cet écart est qu'il y a plusieurs facteurs qui interagissent avec l'effet de la taille des couleurs et influencent l'apparence des couleurs pour des stimuli de grande surface. C'est pourquoi les modèles mathématiques présentés dans cette étude ne s'appliquent qu'à des situations d'observation particulières.

WIRKUNG DER REIZGRÖSSE AUF DIE FARBERSCHEINUNG

Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt den Effekt der Reizgröße auf die Farberscheinung großflächiger (> 20°) Farbreize. Weder die CIE-Normalbeobachter, noch das CIECAM02-Modell können die Wirkung der Reizgröße (sog. Colour Size Effect), d.h. die unterschiedliche Farberscheinung

Documents
Document Sharing Hub
Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014
Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

im Vergleich zu den Farbreizen in Standardgröße, modellieren. Dieser Bericht definiert den Begriff äquivalente Farbe, um großflächige Farbreize mit Hilfe von Farbreizen in Standardgröße (2°) gleicher Farberscheinung zu beschreiben.

Es gibt nur wenige Studien, die sich mit der Wirkung der Reizgröße beschäftigen. Dieser Bericht fasst die Ergebnisse etlicher Projekte über die Farberscheinung von realen Räumen, Gebäudefassaden und großflächigen selbstleuchtenden Bildschirmen zusammen. In Laboruntersuchungen ergibt sich die Tendenz, dass die wahrgenommene Farbe des großflächigen Reizes eine höhere relative Helligkeit und eine höhere Buntheit aufweist. Signifikante Bunttonänderungen wurden ebenfalls beobachtet.

Die Ergebnisse von Felduntersuchungen stimmen mit den Ergebnissen der Laboruntersuchungen nicht immer überein. Ein Grund dafür besteht darin, dass andere Faktoren, die die Farberscheinung großflächiger Farbreize mit beeinflussen, nicht vernachlässigt werden können. Darum beziehen sich die vorläufigen mathematischen Modelle dieses Berichtes nur auf die spezifischen Beobachtungsbedingungen der jeweiligen Modelle.

Documents
Document Sharing Hub
Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014
Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT

1 Introduction

A visual stimulus, which forms part of the total visual field, is transformed into nerve signals which the brain uses to form several perceptual responses that include colour perception. Besides the spectral composition and the intensity of the stimulus, its perceived colour is also affected by the general vie*wing situation, the surrounding colours, the gloss, translucency, and texture* of the coloured object, the mode of viewing (Johnson and Fairchild, 2003), by cognitive colour effects (CIE, 2005) and the size of the colour stimulus. This Technical Report deals with the latter aspect, i.e. the effect of the size of the stimulus (in terms of the angle it subtends to the retina) on colour appearance for the case of large (> 20°) uniform colour stimuli on an achromatic background or without a background: i.e. a very large immersive stimulus that covers the whole field of view.

The CIE 1931 standard colorimetric observer (CIE, 2004) is defined by a set of colour matching functions (CMFs) for an average trichromatic observer, collected from colour matching experiments where the subtended visual angle of the matching field was approximately 2°. The presence of the yellow spot, the macula lutea, made the introduction of a supplementary set of CMFs necessary: these are known as the CIE 1964 standard colorimetric observer (CIE, 2004). Colour appearance models usually assume a 2° sample size with a 10° background, together with a set of parameters that define the general viewing situation (e.g. a dim, dark or average surround).

Experimental data for the CIECAM02 colour appearance model (CIE, 2004) were collected under the above experimental size conditions. However, from recent literature it is apparent (Kutas et al., 2006; Xiao et al., 2003; Xiao et al., 2004; Xiao et al., 2005; Kutas et al., 2003; Kutas et al., 2004; Kutas et al., 2005; Kutas and Bodrogi, 2008) that neither the standard observers nor the CIECAM02 model can predict the different colour appearance of a large (> 20°) uniform stimulus compared to a 'standard' size 2° stimulus. In the studies referenced below, there was a trend for the perceived colour of the large stimulus, under otherwise unchanged conditions, to exhibit a higher lightness than predicted by colour appearance models. There was also a tendency for chroma and colourfulness to increase.

An explanation of the colour size effect should go beyond eye anatomy and eye physiology. Neither macular pigment optical density, cone optical density nor cone type distribution varies considerably beyond 3,5° of retinal position (Viénot, 2001). This position corresponds to a 7° diameter disk centred foveally. Post-retinal mechanisms, including cognitive colour effects (Johnson and Fairchild, 2003; CIE, 2005) seem to be involved (Kutas and Bodrogi, 2008) in the colour size effect. But the aim of the present Technical Report is not the physiological or psychological modelling of the retinal or post-retinal mechanisms involved. Instead, the concept of *equivalent colour* will be defined to describe large colour stimuli by the CIELAB (ISO/CIE, 2008) (L^*, a^*, b^*) or CIECAM02 (J, a_C, b_C) values of 2° stimuli, see Clause 2.

Attempts to model the colour size effect are connected to several practical applications. There is an industrial demand for the prediction of the colour appearance of dyes or paints if they are applied on surfaces that subtend different angular size. A typical problem experienced by paint manufacturers is that the paint selected with the help of small colour samples does not appear the same after the wall or the façade has been painted (Xiao et al., 2010). This causes difficulties for homeowners, interior designers and architects when selecting colours.

Colour perception depends on a large number of contextual factors, and the difference between small colour samples and full size walls or façades cannot be explained as simply as a colour size effect. In situations outside the laboratory, viewing conditions cannot be fully predicted or controlled. Neighbouring coloured surfaces act as inducing surrounds, and there may be interreflection between surfaces. Weather conditions and the choice of artificial illumination sources influence the colour temperature and the spectral composition of the

Documents
Document Sharing Hub
Copyright International Commission on Illumination
Provided by IHS under license with CIE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: CIE 208-2014
Licensee=Hong Kong Polytechnic University/9976803100, User=ertert, rtet
Not for Resale, 05/10/2015 03:07:33 MDT