



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Eclairage  
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-47-3

# TECHNICAL REPORT

## Colour Appearance in Peripheral Vision

**CIE 211:2014**

---

UDC: 612.843.31  
159.937.51

Descriptor: Colour vision  
Perception of colour

## 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 reported and reviewed, 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 sept 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 internationales Forum 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 sieben Divisionen, jede mit etwa 20 Technischen Komitees, geleistet. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtenwendung. 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 berichtet und überprüft werden, sowie 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.cie.co.at



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Eclairage  
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-47-3

# TECHNICAL REPORT

## Colour Appearance in Peripheral Vision

**CIE 211:2014**

---

UDC: 612.843.31  
159.937.51

Descriptor: Colour vision  
Perception of colour

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 1-42 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 1-42 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 1-42 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.

The following members of TC 1-42 "Colour Appearance in Peripheral Vision" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 1 "Vision and Colour".

Authors:

<b>Ayama, M.</b>	<b>Japan (Chair)</b>
Derefeldt, G.	Sweden
McFadden, S.	Canada
Okajima, K.	Japan
Otake, S.	Japan
Pointer, M.	United Kingdom
Takase, M.	Japan (former Chair)
Viénot, F.	France

Advisor:

Da Pos, O.	Italy
------------	-------

**CONTENTS**

Summary	V
Résumé	V
Zusammenfassung	V
1 Introduction	1
2 Terms and Definitions	2
3 Principle of the Method to Evaluate Perceived Colour	2
4 Colour Zone Maps Based on the Unique Hue Component	4
5 Experiment	5
5.1 Experimental Conditions	5
5.2 Procedure	6
5.3 Observers	7
5.4 Field Eccentricity	7
6 Results	7
6.1 Unique Hue Component	7
6.2 Normalized Unique Hue Component	7
6.3 Colour Zone Map	7
6.4 Hue Shift with Eccentricity	12
7 Key Findings	14
8 Application of the Colour Zone Maps	14
9 Conclusion	15
References	15

## **COLOUR APPEARANCE IN PERIPHERAL VISION**

### **Summary**

This report describes colour zone maps, which are the contour maps showing unique hue components for the red, dark yellow, yellow, green and blue stimuli, over the entire visual expanse based on experimental results using hue and saturation judgements. Characteristics of colour-appearance change in the entire visual expanse show basically the same tendency as those in previous studies using a similar method. Estimation of a unique hue component in a peripheral position utilizing the colour zone map is described with an example.

## **APPARENCE DES COULEURS EN VISION PERIPHERIQUE**

### **Résumé**

Ce rapport donne des cartes de zones de couleur, c'est-à-dire des contours montrant les composantes de teintes élémentaires pour les stimuli rouges, jaunes foncés, jaunes, verts et bleus, sur l'ensemble du champ visuel. Ces données s'appuient sur des expériences de jugement de teinte et de saturation. Les caractéristiques de changement d'apparence chromatique dans tout le champ visuel affichent fondamentalement la même tendance que dans des études précédentes utilisant une méthode analogue. L'estimation par l'usage des cartes de zones de couleur, de la composante de teinte élémentaire en un point du champ périphérique, est illustrée par un exemple.

## **FARBERSCHEINUNG IN PERIPHERER WAHRNEHMUNG**

### **Zusammenfassung**

Dieser Bericht beschreibt Farbzonenkarten, d.h. Konturkarten, welche die einzelnen Bunttonkomponenten für die roten, dunkelgelben, gelben, grünen und blauen Farbreize über das gesamte Gesichtsfeld zeigen, basierend auf experimentellen Ergebnissen mit Farbton- und Sättigungsbewertungen. Die Eigenschaften der Farbwahrnehmungsänderung im gesamten Gesichtsfeld zeigen dieselbe Tendenz wie in vorhergehenden Studien, in denen eine ähnliche Methode angewandt wurde. Die Abschätzung der einzelnen Bunttonkomponenten an einem Ort im peripheren Bereich unter Nutzung der Farbzonenkarte wird anhand eines Beispiels beschrieben.



## 1 Introduction

Differences in colour vision in the periphery from that in the fovea have been known for a long time, and a number of studies on peripheral colour vision have been reported (Ferree and Rand, 1924; Committee on Colorimetry (OSA), 1953; Moreland and Cruz, 1959; Boynton et al., 1964; Moreland, 1972; Gordon and Abramov, 1977; Stabell and Stabell, 1979a; Stabell and Stabell, 1979b; Stabell and Stabell, 1979c; Uchikawa et al., 1982; Sekiguchi, 1983; Ikeda et al., 1985; Abramov et al., 1991; Takase and Uchikawa, 1991; Abramov et al., 1992; Hibino, 1992; Nagy and Doyal, 1993; Nerger et al., 1995; Takase, 1997; Segawa et al., 1999; Otake and Cicerone, 2000; Yujiri et al., 2000; Knau and Werner, 2002; Sakurai et al., 2002; Ayama and Sakurai, 2003; Sakurai et al., 2003; Ayama et al., 2004; Hamada and Yujiri, 2004; Fujisawa et al., 2004). From the point of view of practical application, the investigation of the property of colour perception over the entire visual expanse has importance for the design of control panels for automobiles, aircraft, trains, etc., layouts of signals and sign boards on roads or in public spaces, arrangement of multi-displays in control rooms, and so on.

Among the literature listed above, several studies have reported on the colour perimetry, giving a contour map of the identification (Ferree and Rand, 1924; Committee on Colorimetry (OSA), 1953) or perceived colour component of colour stimuli covering the entire visual expanse (Sekiguchi, 1983; Ikeda et al., 1985; Takase, 1997). However, the classic studies on colour identification are quite old and details of the experimental conditions and calibration procedures are not provided, making the data analysis difficult to follow. In the pioneering work of Ferree and Rand (1924), the number of observers and the chromaticities of the stimuli are not stated. In the description of contour lines for basic colours by the Optical Society of America (Committee on Colorimetry (OSA), 1953), often referred to as "colour zones" in colour vision textbooks, the definition of "colour zone" was not explicitly stated, and the experimental conditions were also not clearly stated. In this report, "colour zone" is defined as a region in the visual expanse where some function of colour vision is preserved.

Results of relatively recent studies (Sekiguchi, 1983; Ikeda et al., 1985; Takase, 1997) are not sufficient to establish reliable colour zone maps due to the small number of observers used, although experimental conditions and procedures are described in detail in these studies. In addition, as some of the literature has already revealed, the change in colour appearance with retinal eccentricity depends on the size and luminance level of the stimulus as well as the surround and adaptation condition (Stabell and Stabell, 1979a; Ikeda et al., 1985; Abramov et al., 1991; Abramov et al., 1992; Nagy and Doyal, 1993; Takase, 1997; Yujiri et al., 2000; Sakurai et al., 2002). Thus, a new reliable database of colour zones measured using an appropriate stimulus size and luminance level under an adaptation condition that is applicable to practical situations in various fields is required. For that reason, CIE Division 1 established Technical Committee 1-42 to prepare a Technical Report on colour-appearance zones for coloured lights in terms of unique hues in peripheral vision.

In conjunction with this Technical Committee, several studies were published that concerned the change in colour appearance with eccentricity, expressed by using the concept of unique hue component (Sakurai et al., 2002; Ayama and Sakurai, 2003; Sakurai et al., 2003; Ayama et al., 2004). The results showed a similar decrease in saturation and hue shifts for coloured lights in the periphery, indicating common characteristics regardless of differences in the race of the observers and detailed procedure (Ayama et al., 2004). This report describes the contour maps of redness, yellowness, greenness and blueness, covering the entire visual expanse, which show how the perceptual strength of each unique hue component in a given stimulus changes with eccentricity. Colour zone maps reported here are based on the results of a study by Sakurai et al. (2003), because their observations were carried out over the entire visual expanse.