



ISBN 978 3 901906 40 4

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

RESEARCH NOTE

COGNITIVE COLOUR

CIE 166:2005

UDC: 612.84

Descriptor: Physiological optics, vision

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organisation 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 38 countries and one geographical area and of 4 associate members.

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 organisations concerned with matters related to the science, technology, standardisation 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 recognised as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organisations.

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 38 pays plus un territoire géographique, et de 4 membres associés.

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 38 Ländern und einem geographischen Gebiet und aus 4 assoziierten Mitgliedern.

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 Lichtenwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind von der ganzen Welt anerkannt.

Tagungen werden alle vier Jahre abgehalten, in der die Arbeiten der Divisionen überprüft und 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
Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87 0, Fax: +43(1)714 31 87 18
e-mail: ciecb@cie.co.at
WWW: <http://www.cie.co.at/>

© CIE 2005 – All rights reserved



ISBN 978 3 901906 40 4

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

RESEARCH NOTE

COGNITIVE COLOUR

CIE 166:2005

UDC: 612.84

Descriptor: Physiological optics, vision

The Research Note in this publication was submitted by the Director of Division 1 "Vision and Colour" after refereeing by two experts in the field of the Note, both of whom supported publication. The authors provided an introductory summary replying to reviewers' comments, as well as giving a brief background and some recommendations for the work of CIE. 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.

La Note de Recherche contenue dans cette publication a été soumise par le Directeur de la Division 1 "Vision et couleur", après revue et approbation par deux experts dans le domaine de la note. Les auteurs ont également fourni un résumé introductif, prenant en considération les commentaires des ces experts et donnant des informations supplémentaires ainsi que quelques recommandations pour le travail de la CIE. 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. Il faut consulter les plus récents comptes rendus de la CIE ou le CIE NEWS en ce qui concerne des amendements nouveaux éventuels.

Der Forschungsbericht in dieser Publikation wurde, nachdem er von zwei Experten auf dem Gebiet des Berichtes geprüft und für publikationsreif befunden wurde, vom Direktor der Division 1 "Sehen und Farbe" unterbreitet. Die Autoren lieferten eine einführende Zusammenfassung, in der sie auf die Stellungnahme dieser Experten eingingen und eine kurze Hintergrundinformation sowie Empfehlungen für die weitere Arbeit der CIE gaben. 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 2005

The following persons took part in the preparation of this research note. The reportership R 1-11 "Cognitive aspects of colour" comes under CIE Division 1 "Vision and Colour".

G. Derefeldt	Sweden (reporter)
T. Swartling	Sweden
U. Berggrund	Sweden
P. Bodrogi	Hungary

TABLE OF CONTENTS

SUMMARY	IV
RESUME	V
ZUSAMMENFASSUNG	VI
DEFINITIONS OF COLOUR PSYCHOPHYSICAL, PERCEIVED	1
COGNITIVE COLOUR SPACES	2
CATEGORICAL COLOUR	3
THE STROOP EFFECT	6
ATTENTION AND VISUAL SEARCH	8
NEUROPSYCHOLOGICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL FINDINGS	10
SPATIAL ORGANISATION	12
COLOUR MEMORY	14
CONCLUSION	16
ACKNOWLEDGMENTS	16

.....

REPORT ON COGNITIVE COLOUR

SUMMARY

The work for the report was initiated by CIE Division 1: Vision and Colour and was carried out in the Reportership R 1-11: "Cognitive Aspects of Colour", under the following terms of reference:

To report on the cognitive aspects of colour in terms of behavioural, neuropsychological, and neuro-physiological data. Cognitive aspects of colour are not given in the CIE definitions of psychophysical colour and perceived colour.

The final report from R 1-11 was published with the title "Cognitive Color" in *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19. 2004. In this article, the concept of cognitive colour was discussed in relation to colour categorization, colour coding, colour naming, the Stroop effect, spatial organization of coloured visual objects, attention, visual search and colour memory.

The results show that there are aspects of colour that the CIE definitions of psychophysical and perceived colour do not cover, although it gives notes to some of them. These phenomena could be referred to as "cognitive colour" and they point to the need for a new formal definition of colour in the CIE terminology. It is recommended that the term "cognitive colour" be added to ILV.

Cognitive colour is very important in certain specific tasks. Some of these tasks are listed in Derefeldt et al.'s paper (Cognitive Color. *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004). A common property of these tasks is the importance of the economy of cognition of the human brain. It means that perceived colours are represented and stored in a compressed form i.e. as "cognitive colours". This accelerates complex tasks like visual attention, visual search, figural organization, figural segregation, etc. This economy has probably been of great survival value. For these tasks, colour appearance models alone, including the calculations recommended for assessing colour appearance and colour differences, may be limited for predicting how an observer will behave in these complex tasks. We must define cognitive colours by the boundaries of a continuous perceived colour set, or by a "representative item" of this set, and assign a name to the cognitive colour. If the perceived colour changes, e.g. due to illumination change and colour inconstancy, then the cognitive colour may also change.

We must be able to describe whether the cognitive colour changes or not. We can provide some guidance on how to select colours that are "cognitively consistent". These "cognitively consistent" perceived colours may be the "representative items" mentioned above, e.g. the focal colours or the prototypical colours of familiar objects (skin, sky, grass, fruits, vegetables, natural objects like sand, soil, water). At the boundaries of the set of perceived colours, observers tend to disagree, see Boynton, R.M., Olson, C.X. Locating basic colours in the OSA space. *Color Res. Appl.*, **12**, pp. 94-105, 1987.

It is also recommended that the work carried out in TC 1-42 "Colour Appearance in Peripheral Vision", in TC 1-61: "Categorical Colour Identification" and TC 1-65: "Visual Appearance Measurement", all of them representing interesting aspects of cognitive colour, should incorporate the findings and conclusions from this report. The results presented in "Cognitive Colour" should also be of significance for the work carried out on electronic imaging within Division 8: Image Technology.

Finally, it is recommended that work on the "emotional aspects of colour" be initiated. Emotions and feelings are related to both the cognitive and perceptual aspects of colour but the emotional aspects of colour are not addressed within any TC within CIE Division 1. Emotions and feelings are important aspects of how colour and light affect human expectations, motivations, and performance.

RAPPORT SUR LA COULEUR COGNITIVE

RESUME

Ce rapport fait suite à un travail dont l'initiative revient à la Division 1 de la CIE : Vision et couleur, et a été répertorié sous le numéro R 1-11: "Cognitive Aspects of Colour" (Aspects cognitifs de la couleur), avec l'objectif :

Rendre compte des aspects cognitifs de la couleur du point de vue comportemental, neuropsychologique, et neurophysiologique.

La CIE ne mentionne pas les aspects cognitifs de la couleur, ni dans la définition de la couleur psychophysique, ni dans celle de couleur perçue.

Le rapport final du travail R 1-11 a été publié sous le titre: "Cognitive Color" dans la revue *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004. Dans cet article, le concept de couleur cognitive a été discuté en relation avec les catégorisations de couleur, les codes de couleur, la dénomination des couleurs, l'effet Stroop, l'organisation spatiale des objets visuels colorés, l'attention, la recherche visuelle et la mémoire chromatique.

Les résultats montrent que certains aspects de la couleur ne sont pas pris en compte par les définitions CIE de la couleur psychophysique et de la couleur perçue, bien que ces aspects soient évoqués dans les définitions. Ces aspects peuvent être rattachés à la couleur cognitive et ils soulignent la nécessité d'une nouvelle définition explicite de la couleur dans le vocabulaire CIE. Il est recommandé que le terme "couleur cognitive" soit ajouté au vocabulaire international de l'éclairage.

La couleur cognitive est très importante pour certaines tâches spécifiques. Certaines d'entre elles sont citées dans la publication de Derefeldt et al. (Cognitive Color. *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004). Un caractère commun à ces tâches est l'importance de l'économie de la cognition développée par le cerveau humain. Cela signifie que les couleurs perçues sont représentées et enregistrées sous une forme compressée, c'est-à-dire sous la forme de "couleurs cognitives". Ceci accélère la réalisation de tâches complexes, telle l'attention visuelle, la recherche visuelle, l'organisation forme/fond, la segmentation forme/fond, etc. Cette économie a vraisemblablement été d'une grande valeur pour la survie. Pour ces tâches, les modèles d'apparence colorée, pris isolément, incluant les évaluations recommandées pour juger l'apparence colorée et les écarts de couleur, n'auront qu'un intérêt limité pour prédire comment un observateur se comportera dans des tâches complexes. Nous devons définir les couleurs cognitives par les limites d'un ensemble continu de couleurs perçues, ou par un "élément représentatif" d'un tel ensemble, en assignant un nom à la couleur cognitive. Si la couleur perçue change, par exemple par un changement d'éclairage et du fait de l'instabilité de la couleur, alors la couleur cognitive peut aussi changer.

Nous devons être capables de décrire le fait que la couleur cognitive change ou qu'elle ne change pas. Nous pouvons fournir quelques conseils pour sélectionner des couleurs qui sont "stables du point de vue cognitif". Ces couleurs perçues comme "déterminées du point de vue cognitif" peuvent être "l'élément représentatif" mentionné plus haut, par exemple la couleur typique ou la couleur prototypique d'objets familiers (peau, ciel, herbe, fruits, légumes, objets naturels tel le sable, la terre, l'eau). Aux limites de ces ensembles de couleurs perçues, les observateurs tendent à entrer en désaccord, voir Boynton, R.M., Olson, C.X. Locating basic colours in the OSA space. *Color Res. Appl.*, **12**, pp. 94-105, 1987.

Il est également recommandé que les travaux du TC 1-42: "Colour appearance in peripheral vision", du TC 1-61: "Categorical Colour Identification" et du TC 1-65: "Visual Appearance Measurement", chacun représentant des aspects concernant la couleur cognitive, incorporent les résultats et conclusions de ce rapport. Les résultats présentés dans l'article "Cognitive colour" sont également à considérer dans le travail sur l'imagerie électronique de la Division 8: Image technology.

Finalement il est recommandé d'entamer un travail sur les "aspects affectifs de la couleur". Les émotions et les sentiments sont liés à la fois aux aspects cognitifs et perceptifs de la couleur, mais les aspects affectifs de la couleur ne concernent aucun des comités techniques de la Division 1 de la CIE. Les affects et les sentiments sont des éléments importants de la manière dont la couleur et la lumière affectent chez les humains les comportements, les attentes et les motivations.

BERICHT ÜBER KOGNITIVE FARBE

ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung für den Bericht wurde von CIE Division 1: "Sehen und Farbe" veranlasst und in der Reporterschaft R 1-11: "Kognitive Aspekte der Farbe" mit folgenden Bezugspunkten durchgeführt: über die kognitiven Aspekte der Farbe nach Verhaltensdaten, neuropsychologischen und neurophysiologischen Daten. Kognitive Aspekte der Farbe sind nicht in CIE-Definitionen über psychophysikalische und empfundene Farbe enthalten.

Der Abschlussbericht von R 1-11 wurde mit dem Titel "Cognitive Color" in *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004 publiziert. In dem Aufsatz wurde das Konzept der kognitiven Farbe diskutiert in ihrer Beziehung zu Farbkategorisierung, Farbkodierung, Farbbenennung, Stroop Effekt, räumliche Anordnung farbiger visueller Objekte, Aufmerksamkeit, visuelle Suche und Farbgedächtnis.

Die Ergebnisse zeigen, dass es Aspekte der Farbe gibt, die von den CIE-Definitionen psychophysikalischer und empfundener Farbe nicht abgedeckt werden, obwohl es Anmerkungen dazu gibt. Diese Phänomene können als "kognitive Farbe" bezeichnet werden und sie verweisen darauf, wie notwendig eine neue formale Definition der Farbe in der CIE Terminologie ist. Es wird empfohlen, den Term "kognitive Farbe" dem Internationalen CIE-Wörterbuch der Lichttechnik hinzuzufügen.

Kognitive Farbe ist sehr wichtig bei bestimmten spezifischen Aufgaben. Einige dieser Aufgaben sind in dem Aufsatz von Derefeldt et al. (Cognitive Color. *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004) beschrieben. Ein wichtiges gemeinsames Merkmal dieser Aufgaben ist, dass das menschliche Gehirn Erkennung ökonomisch vollzieht. Das bedeutet, wahrgenommene Farben werden in komprimierter Form repräsentiert und abgespeichert, also als "kognitive Farben". Somit beschleunigen sich komplexe Aufgaben wie visuelle Aufmerksamkeit, visuelle Suche, figürliche Organisation usw. Diese ökonomische Verarbeitung hat wahrscheinlich hohen Wert für das Überleben. Um vorherzusagen, wie sich ein Beobachter in diesen komplexen Aufgaben verhalten wird, mögen Modelle der Farberscheinung allein - einschließlich der Farberscheinungs- und Farbabstandsberechnung - nur begrenzt anwendbar sein. Wir müssen kognitive Farben durch die Grenzen eines kontinuierlich wahrgenommenen Farbensatzes oder durch ein "repräsentatives Detail" dieses Satzes definieren und der kognitiven Farbe einen Namen geben. Wenn sich die wahrgenommene Farbe ändert, z.B. durch Änderung der Beleuchtung oder inkonstante Farbe, dann kann sich auch die kognitive Farbe ändern.

Wir müssen beschreiben können, ob sich eine kognitive Farbe ändert oder nicht. Wir können gewisse Leitlinien anbieten, wie "kognitiv konsistente" Farben ausgewählt werden können. Diese "kognitiv konsistent" wahrgenommenen Farben können die oben erwähnten "repräsentativen Details" sein, z. B. die Hauptfarben oder prototypischen Farben vertrauter Objekte (Haut, Himmel, Gras, Obst, Gemüse, Naturobjekte wie Sand, Boden, Wasser). An den Grenzen des Satzes wahrgenommener Farben tendieren Beobachter dazu nicht übereinzustimmen, siehe Boynton, R.M., Olson, C.X., Locating basic colours in the OSA space. *Color Res. Appl.*, **12**, pp. 94-105, 1987.

Ebenfalls wird empfohlen, bei den Untersuchungen in TC 1-42: "Farberscheinung im peripheren Sehen", in TC 1-61: "Kategorische Farbbestimmung" und in TC 1-65: "Messung der visuellen Erscheinung", die alle interessante Aspekte der kognitiven Farbe repräsentieren, Befunde und Schlussfolgerungen aus diesem Bericht einzubauen. Die Ergebnisse, die in "Kognitive Farbe" dargestellt sind, sollten auch für die Arbeit über elektronische Bild Darstellung in Division 8: "Bildverarbeitung" von Belang sein.

Schließlich empfehlen wir, Untersuchungen über den "emotionalen Aspekt der Farbe" zu beginnen. Emotionen und Gefühle beziehen sich sowohl auf die kognitiven als auch empfundenen Aspekte der Farbe, jedoch sind die emotionalen Aspekte der Farbe keinem TC in CIE Division 1 zugeordnet. Emotionen und Gefühle sind bedeutende Aspekte in der Frage, wie Farbe und Licht auf menschliche Erwartungen, Motivationen und Handlungen Einfluss nehmen.

The following article was originally published in *Color Research and Application*, **29**(1), pp. 7-19, 2004 and has been reprinted with the kind permission of John Wiley and Sons, Inc. © 2004 Wiley Periodicals, Inc. (www.wiley.com).

COGNITIVE COLOUR

Gunilla Derefeldt¹, Tiina Swartling¹, Ulf Berggrund¹, Peter Bodrogi²

¹ Swedish Defense Research Agency, Command and Control Systems Division, Linköping, Sweden

² University of Veszprém, Department of Image Processing and Neural Computing, Veszprém, Hungary

This report surveys cognitive aspects of colour in terms of behavioral, neuropsychological, and neurophysiological data. Colour is usually defined as a colour stimulus or as perceived colour. In this article, a definition of the concept of cognitive colour is formulated. To elucidate this concept, those visual tasks are described where it is relevant: in colour categorization, colour coding, colour naming, the Stroop effect, spatial organization of coloured visual objects, visual search, and colour memory. © 2004 Wiley Periodicals, Inc. *Col. Res. Appl.*, **29**, 7-19, 2004; Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI 10.1002/col.10209

Keywords: colour perception; psychophysical colour; cognitive colour; colour cognition; colour categorization; spatial awareness; spatial organization; visual search; visual attention; eye movements; colour coding; colour naming; colour memory; the Stroop effect.

DEFINITIONS OF COLOUR PSYCHOPHYSICAL, PERCEIVED

The Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)¹ defines *psychophysical colour* as "a specification of a colour stimulus in terms of operationally defined values, such as three tristimulus values." *Perceived colour*, as an "attribute of visual perception consisting of any combination of chromatic and achromatic content," can be "described by chromatic colour names such as yellow, orange, brown, red, pink, green, blue, purple, etc., or by achromatic colour names such as white, grey, black, etc., and qualified by bright, dim, light, dark, etc., or by combinations of such names".¹ To these definitions, CIE gives notes considering the relations between perceived colour and size, shape, structure and surround of the stimulus area; the state of adaptation of the observer's visual system; the observer's experience; and the modes of colour appearance.

In Fig. 1, chromatic and achromatic aspects of perceived colour are illustrated. In Fig. 1a the attribute hue and the chromatic colour names yellow, orange, brown, red, pink, green, blue, and purple are illustrated. In Fig. 1b, achromatic colour names such as white and gray are illustrated. In Fig. 1c, the concept of colourfulness or chromaticness is illustrated. Colourfulness is an attribute in which the perceived colour appearance appears to be more or less chromatic.²

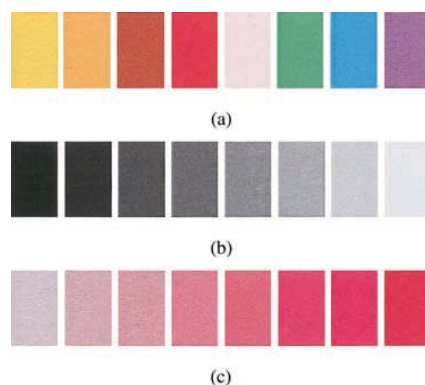


Fig.1. Illustration of chromatic and achromatic aspects of perceived colour: (a) hue, (b) lightness, and (c) colourfulness.