



Doctoral Thesis

Etudes colorimétriques supérieures appliquées à la synthèse d'images

Author(s):

Graf, Jean-Pierre

Publication Date:

1980

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000214190> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Thèse No. 6545

Etudes colorimétriques supérieures appliquées à la synthèse d'images

THESE

présentée à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich
pour l'obtention du titre de docteur ès sciences techniques
par

JEAN-PIERRE GRAF
Ing.-El. dipl. EPFZ
né le 19 juin 1948
de Ramsen (ct. de Schaffhouse)

acceptée sur proposition
du Prof. Dr. E. Baumann, rapporteur
du P.D. Dr. T. Celio, corapporteur

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1980

Simultaneous Contrast Effects in the Human Visual System
Applied to Image Synthesis

ABSTRACT

Synthetic pictures should convey to their observer as much information as possible about otherwise invisible phenomena. Some well-known examples are the thermographs, the tomographs, and the earth images from satellites. The amount of relevant information in a synthetic picture is limited by the imprecisions and the systematic errors of the human visual system. Both types of failures affect the perception of the luminance and the chrominance of the picture elements.

The measurement of the subjective luminance function for various colors by different methods is described. Threshold luminance increments are measured as a function of the surrounding luminance. These so-called Weber fractions are integrated, thus providing perceptually uniform luminance-scales. These scales are proved to remain valid for suprathreshold luminance increments.

Measurement of threshold chromaticity increments in a constant-luminance plane show a qualitative agreement with MacAdam's results. However, his geodesic chromaticity diagram is shown to be unsuited for large chromatic differences.

The systematic errors of the visual system in the evaluation of luminance are also known as simultaneous contrast effects. The brightness contrast is measured and the corresponding equations with geometry-dependant coefficients are established. It is not possible to compensate for the brightness contrast effect in all cases.

The simultaneous color contrast effects in a constant-luminance plane are shown not to follow the simple von Kries rules; results to the contrary are obtained when the surround of the test-field is reduced to a narrow border. Nevertheless, a compensation of the simultaneous color contrast is always possible. The generation of synthetic color pictures using this compensation would need further knowledge of vision semantics.

Bildsynthese nach der höheren Farbmatrik

ZUSAMMENFASSUNG

Im einführenden Kapitel 1 werden die synthetische Bilder definiert: sie sollen so viel Information wie möglich über im Allgemeinen unsichtbare Vorgänge vermitteln. Bekannte Beispiele für solche Bilder sind die Thermogramme, die Tomogramme und die Satellitenkarten. Der relevante Informationsinhalt eines synthetischen Bildes wird einerseits durch die Ungenauigkeiten, andererseits durch die systematische Fehler des menschlichen Gesichtssinnes beschränkt.

Diese Ungenauigkeiten und Fehler werden bei der Erfassung der Bildpunkt-Leuchtdichte (Luminanz) und -Farbe (Chrominanz) untersucht. Die Einführung wird mit einer Beschreibung des Versuchsaufbaus und mit der Anwendung der niederen Farbmatrik auf das Farbfernsehsystem abgeschlossen.

In Kapitel 2 werden zuerst verschiedene Methoden der Leuchtdichtemessung beschrieben. Das Helligkeitsauflösungsvermögen als Funktion der Augenadaptation wird gemessen und zu subjektiv homogenen Helligkeitsskalen verarbeitet. Es wird bewiesen, dass diese Skalen auch für grössere Helligkeitsschritte gelten.

Verfahren zur Messung des Farbauflösungsvermögen bei konstanter Leuchtdichte werden in Kapitel 3 beschrieben. Da grosse Farbunterschiede nicht proportional zu den Schwellwerten sind, müssen verschiedene subjektiv homogene Farbdigramme (wie z.B. das Mac Adam'sche "geodätische" Diagramm) verwendet werden.

In Kapitel 4 werden die systematischen Fehler des visuellen Systems bei der Helligkeitserfassung untersucht. Es handelt sich dabei um Simultankontrasteffekte, die der höheren Farbmeterik angehören. Der Simultankontrast ist messbar und kann in bestimmten Fällen mit einfachen Gleichungen beschrieben werden, deren Koeffizienten Funktionen der geometrischen Verhältnisse des Testbildes sind. Es wird gezeigt, dass sich der Helligkeit-Simultankontrast nicht in allen Fällen kompensieren lässt. Demzufolge sind monochromatische synthetische Bilder unbrauchbar.

Die Farb-Simultankontrasteffekte werden in Kapitel 5 behandelt. Die Farbverschiebungen als Funktion der Umfeld-Farbe lassen sich nicht durch die einfachen von Kries'schen Gleichungen beschreiben, weil sie von der Umfeldausdehnung stark abhängig sind. Es wird gezeigt, dass synthetische Farbbilder auch ohne Simultankontrastkompensation aufschlussreicher sind als monochromatische synthetische Bilder. Die Kompensation des Farb-Simultankontrastes ist immer möglich, muss jedoch auf komplexe Phänomene der Semantik visueller Empfindungen Rücksicht nehmen.

RESUME

On rappelle dans l'introduction (chapitre 1) que les images synthétiques ont pour but de fournir à leur observateur le plus possible d'informations sur des processus normalement inaccessibles à la vue humaine. Les thermographies, les tomographies, et les cartes par satellite en sont quelques exemples connus aujourd'hui. Le contenu d'informations relevantes d'une image synthétique est limité par les imprécisions du système oeil-cerveau humain et par ses erreurs systématiques. Les imprécisions et les erreurs portant sur la géométrie de l'image étant négligeables, il convient de s'attacher à l'étude des imprécisions et des erreurs portant sur la luminance et la chrominance des éléments de l'image; ce sera l'objet des chapitres 2, 3, 4, et 5. L'introduction comprend encore une description des conditions expérimentales utilisées dans la présente étude, ainsi que des résultats de calculs colorimétriques appliqués à la télévision en couleur.

Le chapitre 2 décrit d'abord diverses méthodes de mesure de la luminance des couleurs. Des mesures de la résolution en luminance de l'oeil adapté à un niveau de luminance donné conduisent à des échelles de luminance subjectivement uniformes. Leur validité s'étend au cas des différences de luminance supérieures au seuil de perception.

Le chapitre 3 décrit des mesures semblables à celles du chapitre 2, mais concernant la résolution en chrominance à luminance constante. Les grandes différences de chrominance s'avérant non proportionnelles aux différences liminaires, on conclut qu'il y a plusieurs diagrammes subjectivement uniformes pour la chrominance, dont le diagramme géodésique de MacAdam est un exemple.

Au chapitre 4, on aborde les erreurs systématiques du système visuel humain dans l'évaluation de la luminance, effets connus sous le nom de contraste simultané et faisant partie de la colorimétrie supérieure. Le contraste simultané est quantifiable et est même représentable dans certains cas par une équation simple, dont les coefficients sont donnés en fonction de la géométrie de l'image-test observée. Il est montré ensuite que l'impossibilité de la compensation dans tous les cas du contraste simultané de luminance rend inutilisables les images synthétiques monochromes.

On voit dans le chapitre 5 que le contraste simultané affecte également la chrominance d'un point de l'image en fonction de celle de son environnement. Les décalages de couleur observés sont plus complexes que ne l'indiquent les théories classiques d'adaptation (équations de von Kries), car ils sont essentiellement dépendants de l'étendue géométrique de l'environnement du point considéré. Il est prouvé que le recours aux variations de chrominance produit des images synthétiques meilleures que les images monochromes même sans compensation du contraste simultané. Celle-ci est toujours possible, mais doit tenir compte d'effets inhérents à la sémantique de la vision.