

Polishing the Technology That Calculates Depths from any Surgical Stereo-endoscopic Outputs for Observation on a Multi-view Glasses-free 3D Display

The fact that we can use the dynamic programming DP for quickly matching each pixel on the left image with the corresponding pixel on the right image has been known.

Objective surface

This exhibition shows that a high-performance DP matching engine that is applicable to any object in severe situation using the stereo endoscope output is realizable.



Right camera

Side-by-side stereo image that is a frame of a stereo endoscope output

DP matching 3D reconst. engine Different from CT

Depth estimation block



Depth image estimated from a side-by-side stereo image (that is actually a fine image without contour lines)

Noticing the disparity between the left image and the right image, this block based on the principle of triangulation obtains a surface model consisting the distance to each point on the objective surface with color pasting on the surface.

Also by viewing a 3D data consisting of surface model & surface colors via a head-mounted display with a built-in pos. & attitude sensors, one can observe the binocular images rendered from any viewpoint desired by the wearer.

Head-

mounted

display

engine

Rendering

reconstruction

block

Lenticular display

Given a 3D data consisting of surface model & surface colors, the technique of rendering calculates some projection image from an arbitrary viewpoint is now a sufficiently-established technique.

Dimenco's FHD display BDL2331VS implements a rendering engine that draws 60 frame/sec on an FPGA and emits 28 rays from a semi-cylindrical lenticular lenses.

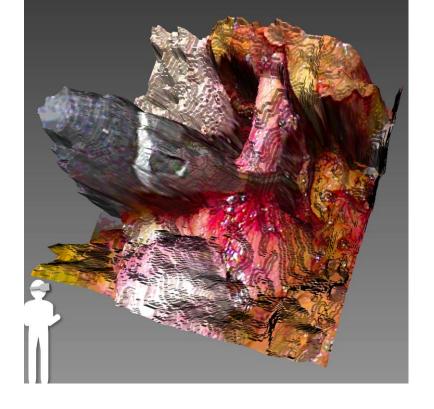
Left eye of an observer

Right eye of an observer

Left eye of another observer

Right eye of ănother observer

Thus the wearer can get 3D immersive feeling of not artificial CG but live-action like an old sci-fi movie "Fantastic Voyage" or the "Holodeck" in "Star Trek" series.



Each observer captures two rays according to the dist. between both eyes and the relative pos. & attitude to the display, which induces effects of surrounding stereoscopy.

A stereoscopic effect in multi-view 3D observation (that is actually a fine image without contour lines)

Chuo University SUZUKI Hisashi

Co-researchers

UTUGI Shuichi Salesian Polytechnic KATAI Hitoshi National Cancer Center Hospital

Overview of Technology

In the examination using a normal endoscope, important information is obtained unevenness of an object, and in surgery, the positional relationship is grasped by touching the object with an instrument if the positional relationship between the instrument and the object is vague. When using a stereo endoscope, unevenness and positional relationship can be visually recognized within the performance range. This technology amplifying after estimating the depth from output of a stereo endoscope for observation via a multiview glasses-free 3D display improves the visibility, and thus more than one observers can observe their respective viewpoints without special glasses. The technology is refined from the similar exhibition in the last year.

Possible Application Examples

- Amplification of depth in examination and stereo endoscope using surgery improving the visibility of unevenness of any object and that of positional relationship with instruments
- Precise three-dimensional observation inside any equipment as an industrial endoscope
- Many people's observations from respective viewpoints for supporting inspection and operations

Exhibition Highlights

The exhibition that more than one observers can observe the endoscope output of surgery without any special glasses from their respective viewpoints provides a virtual experience of a future scenario of smart medical for general and medical professionals using endoscopes. Also a real-time processing device with an FPGA implementation under development in the university laboratory is exhibited for reference. This technology is useful for medical professionals and R&D engineers who promote medical-engineering integration, and also is applicable to spectating realistically sports etc. and to holographic exhibitions in **EXPO** etc.

Reference

J. Z. Lim, H. Suzuki, S. Utsugi, and H. Katai, "Experimental Development of a Multi-View Stereo Endoscope System," in Proc. RPC 2017, Sep. 25-29, 2017

DOI: 10.1109/RPC.2017.8168058

http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8168058/



ステレオ内視鏡出力の多視点裸眼3D観察技術の洗練化

Polishing the Technology That Calculates Depths from any Surgical Stereo-endoscopic Outputs for Observation on a Multi-view Glasses-free 3D Display

左画像上の各画素に対し 右画像上の対応する画素 を高速照合する際に動的 計画法DPが利用できること 自体は、従来も知られて いました。 当展示は、ステレオ内視鏡出力のような極限状況の対象にも適用できる高性能なDP照合エンジンが現実につくれることを、実証するものです。

左カメラ

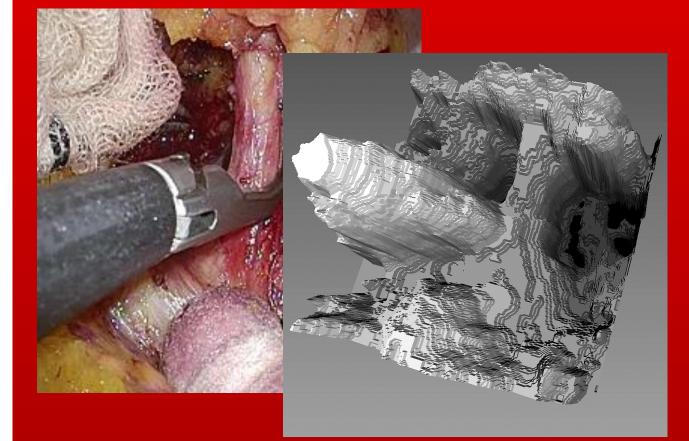
右カメラ

、 ステレオ内視鏡出力の1コマのステレオ画像

対象表面

動的計画法DP照合 3D再構成エンジン

CTとは別原理



ステレオ画像から推定した深度画像 (実際は等高線のない精細映像) 深度推定部

対象表面の各点を捉えた 左画像上画素の水平座標の 右画像上画素の水平座標の ずれ(視差)に注目し、 三角測量の原理に基づき 対象表面各点までの距離 すなわち形状モデルを得、 表面に色を貼り付けます。

ヘッドマウント

ディスプレイ

レンダリングエンジン

レンチキュラー

ディスプレイ

3D再構成部

形状モデルと表面色から成る3Dデータが与えられたさ、任意の方向から射影映像を計算するレンダリングは、現在では十分に確立された技術です。

Dimenco 製 1920×1080 ディスプレイBDL2331VS は毎秒60コマを描くレンダ リングエンジンをFPGA実装 し、かまぼこ状のレンチ キュラーレンズから28方向 の光線を発します。

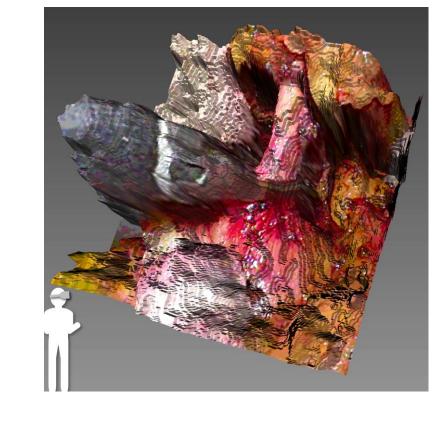
ある観察者の左眼

ある観察者の右眼

別の観察者の左眼

別の観察者の右眼

その結果、昔のSF映画「ミクロの決死圏」あるいはスタートレックのホロデッキのように、**人工的なCGではなく実写の3D 没入感**が得られます。



個々の観察者は**両眼間距離とディスプレイに対する**位置および姿勢に応じた任意の2光線を捉えるので、立体感と回り込み観察の効果が得られます。

多視点裸眼3D観察時の立体感(実際は等高線のない精細映像)

中央大学理工学部教授鈴木寿

Chuo University

SUZUKI Hisashi

共同研究者

サレジオ工業高等専門学校 講 師 宇都木 修一 Salesian Polytechnic UTSUGI Shuichi 国立がん研究センター中央病院 副院長 片 井 均 National Cancer Center Hospital KATAI Hitoshi

技術概要

通常の内視鏡を利用した検診においては対象の凹凸から重要な情報が得られ、また手術においては器具と対象との位置関係が不明なとき器具を対象に触れて位置関係を把握しますが、ステレオ内視鏡を利用すれば光学的性能の範囲内で凹凸や位置関係が視認できます。ステレオ内視鏡の出力から深度を推定し増幅したのち多視点裸眼3Dディスプレイ上で観察する当技術により、凹凸や位置関係の視認性が向上すると共に複数者が各自の随意視点から特殊眼鏡なしで観察できます。昨年の同様の展示より、洗練化しました。

想定される活用例

- ●ステレオ内視鏡利用の検診や手術にて深度を増幅し対象の凹凸観察や器具等との位置関係の視認性向上
- ●工業用内視鏡として装置等内部の立体的精緻観察
- ●大勢が一斉に随意視点から観察し検査やオペレーション支援

展示のみどころ

外科手術における内視鏡の出力を複数者が各自の随意 視点から特殊眼鏡なしで観察できる展示を通じて、一般 の来場者や内視鏡を利用する医療関係者へ、スマート 医療の未来シナリオの一仮想体験を提供します。大学 研究室にて独自開発中のFPGA実装による実時間処理 装置も、参考展示します。医工融合を推進する医療 関係者やR&D技術者に役立つほか、スポーツ等の臨場 感ある映像視聴や万博等でのホログラム展示にも応用 可能です。

参考文献

2019年内に株式会社エヌ・ティー・エスより発刊予定「スマート医療テクノロジー」の鈴木寿・片井均による担当部分「三次元内視鏡映像化システムの開発」において、プログラム仕様を公開します。

英語の論文については、次を参照してください。

J. Z. Lim, H. Suzuki, S. Utsugi, and H. Katai, "Experimental Development of a Multi-View Stereo Endoscope System," in *Proc. RPC 2017*, Sep. 25-29, 2017

DOI: 10.1109/RPC.2017.8168058

IEEEディジタル図書館

http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8168058/