3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

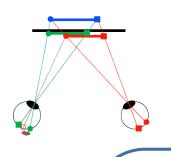
立体視について考えてみる





片眼の情報から立体を感じることが出来るか?立体感と立体視

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective



立体視

- 1) 両眼手がかり (binochlar cue) 網膜視差
- 2) 片眼手がかり (monocular cue) 閉塞

大きさ

遠近法

陰影

3)運動視差



単眼でも立体の情報を得る事は出来る。

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

立体視

1) 両眼手がかり (binochlar cue)

網膜視差

2) 片眼手がかり (monocular cue)

閉塞大きさ

遠近法

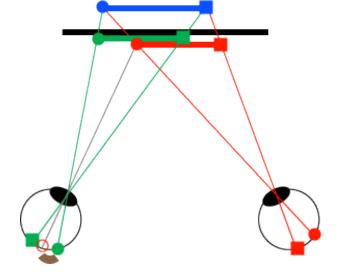
陰影

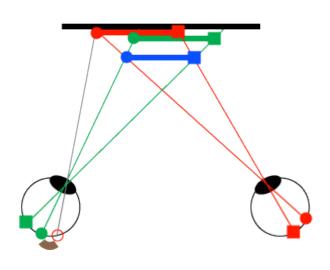
3)運動視差











3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

立体視

- 1) 両眼手がかり (binochlar cue) 網膜視差
- 2) 片眼手がかり (monocular cue)

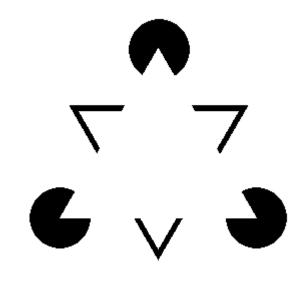
閉塞

大きさ 遠近法 陰影

3)運動視差







カニッツアの三角形

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

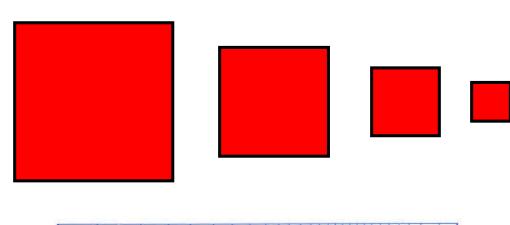
立体視

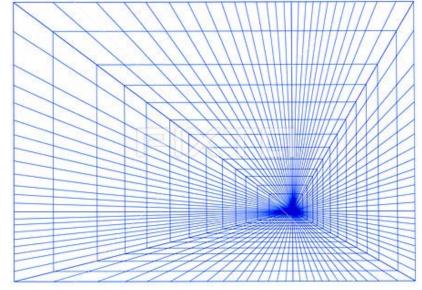
- 1) 両眼手がかり (binochlar cue) 網膜視差
- 2) 片眼手がかり (monocular cue) 閉塞

大きさ 遠近法

陰影

3)運動視差





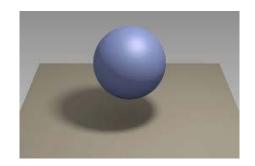
3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

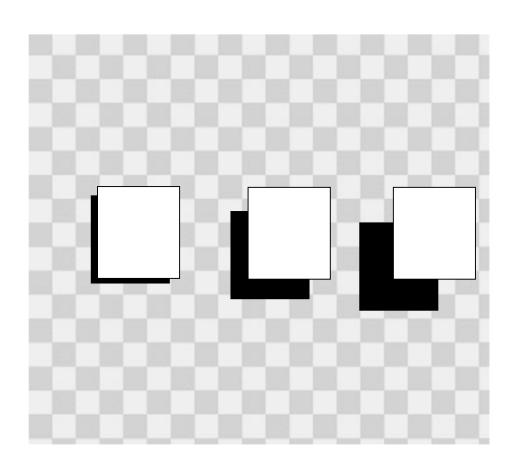
立体視

- 1) 両眼手がかり (binochlar cue) 網膜視差
- 2) 片眼手がかり (monocular cue) 閉塞 大きさ 遠近法

陰影

3)運動視差



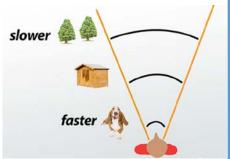


3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

立体視

- 1) 両眼手がかり (binochlar cue) 網膜視差
- 2) 片眼手がかり (monocular cue) 閉塞 大きさ 遠近法 陰影

3)運動視差





遠くのものは、ゆっくり動き、近いものは早く動く。運動視差は網膜視差と同程度の立体視効果

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

立体視、立体感を得る上での重要な情報を得るための重要な手段は、網膜視差と運動視差

単眼視内視鏡でも、術中に内視鏡を動かす事や、器具を動かすことで、立体感を得る事が出来る。

動かないものの遠近感の把握には網膜視差を利用できない場合には 術者の経験が大きく関連する。



単眼内視鏡での仮想3D

3-Dimensional Endoscopay: Status and Future Prospective

3D神経内視鏡

3D専用2眼内視鏡

単眼内視鏡での仮想3D



専用の内視鏡を使用 直径4mm-4.7mm



通常の内視鏡を使用

Full HD

Full HD

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

4K:3,840×2,160pixel

ハイビジョン⇒フルハイビジョン⇒4K⇒8K 解像度が立体感に与える影響について

フルハイビジョン: 1,920×1,080

ハイビジョン:1,280×720

SD:720×480





3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

人間の認識限界

ピクセル数とピクセル密度

同じピクセル数でも画面が大きければ、1つ1つのピクセルも大きくなる。 画面から距離を離すとピクセルは小さくなる。

ピクセル密度(ppi) :

1インチ当たりのピクセル数を表し、画面の大小に関わらない

人間の網膜が認識できるピクセル密度には限界がある。 300-450ppi

スマートフォン: 400-800ppi

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

モニターサイズと距離

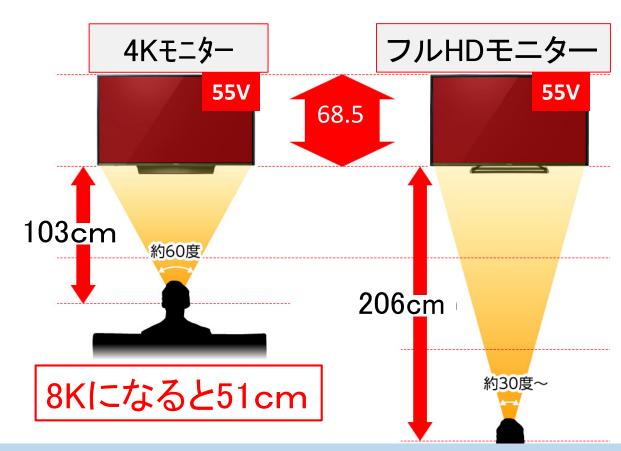
至適距離

Hは画面の縦の長さ

HDE=9-: 3H

4Kモニター: 1.5H

8Kモニター: 0.75H



解像度が上がると至適距離は近くなり、視野角は広くなる。

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

モニターサイズと距離

手術の際に実用的なモニターと術者の距離を考えると現在多く使われている55インチモニターでも人間の認識限界に近い

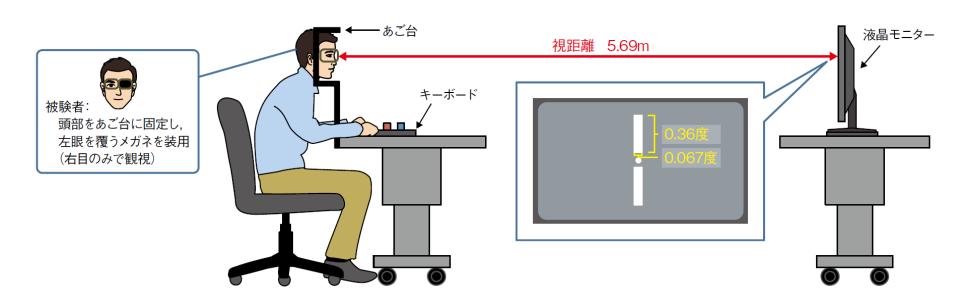


3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

高解像度化は無駄か?

表示解像度と立体感の関係 NHK技研 R&D/No151/47-54/2015

解像度、コントラスト(陰影)の違いによって立体感が出るか?

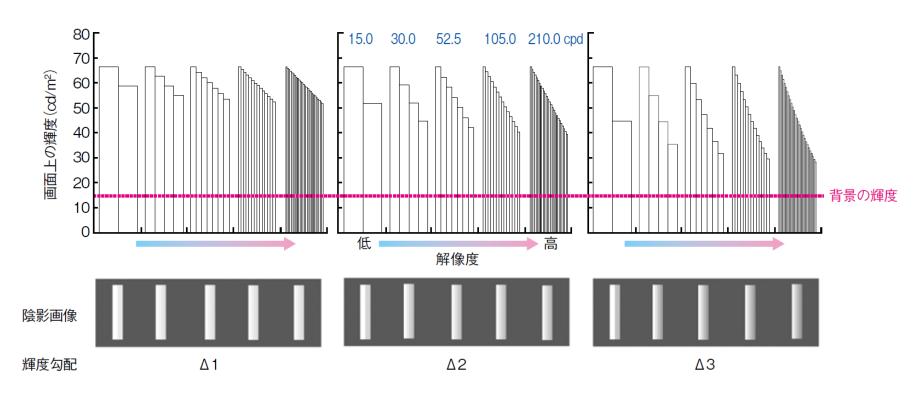


画素構造が分からない距離。27インチ(2560x1440)5.69m

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

高解像度化は無駄か?

表示解像度と立体感の関係 NHK技研 R&D/No151/47-54/2015 解像度、コントラスト(陰影)の違いによって立体感が出るか?

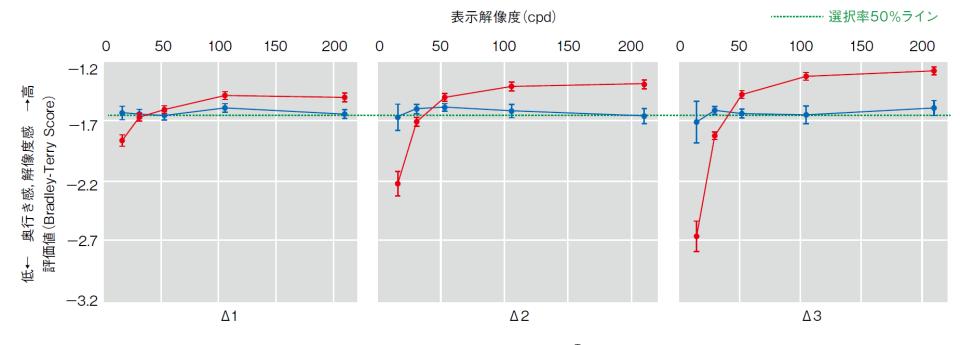


3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

高解像度化は無駄か?

- ●解像度の変化を感じる解像感はほぼ、変化を認めていないが、立体感は解像度に応じて向上している。
- ●コントラストの高いもので立体感は向上する。

赤線 — : 奥行き課題の結果



青線 ---:解像度課題の結果

誤差棒(標準誤差)

被験者数:10名

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

高解像度化は無駄か?

表示解像度と立体感の関係 NHK技研 R&D/No151/47-54/2015 解像度、コントラスト(陰影)の違いによって立体感が出るか?

たとえ、【8Kならでの解像感を認識する事が出来なく】とも、 【高解像表示であれば、立体感、奥行き感】が感じられる ことを実証している。



単眼視での立体感

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

単眼視でも立体感を得る事が出来る。

- ●閉塞
- ●大きさ
- ●遠近法
- ●陰影
- ●運動視差
- ●解像度
- ●コントラスト

単眼での情報を効率的に立体感に結びつける。



立体情報に対する基礎知識

経験豊かな術者においてはより効率的に立体感 に結び付けることが出来る。

3Dグラス

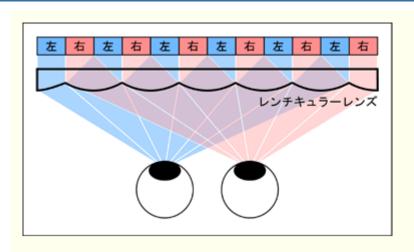
3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

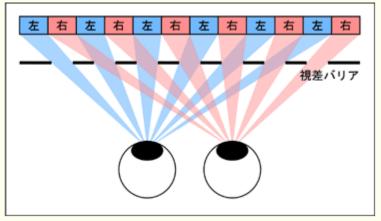




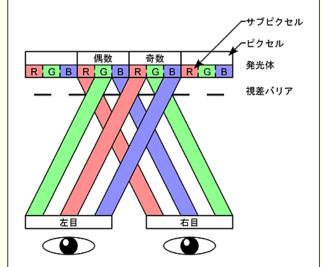
グラスレス3D

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective











2D内視鏡と3D内視鏡

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

2D内視鏡と3D内視鏡

単眼視内視鏡と複眼視内視鏡立体感と立体視



どのような手法で3D情報を得るか?





立体視内視鏡

3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

単眼高解像度内視鏡と 複眼3D内視鏡の比較

Endoscopic taransphenoidal surgeryの治療成績より3D内視鏡の優位性を示した。

腹部外科領域:実験的に3D内視鏡の優位性を示した。

手術トレーニングの上での3D内視鏡の有効性を示した。

3D内視鏡の現状と今後の展望

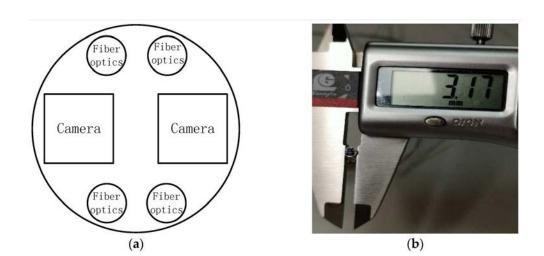
3-Dimensional Endoscopy: Status and Future Prospective

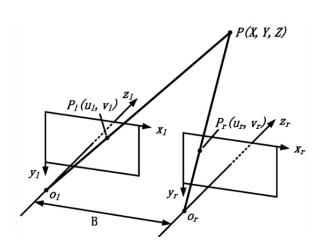
● A Miniature Binocular Endoscope with Local Feature Matching and Stereo Matching for 3D Measurement and 3D Reconstruction.

Wang D,et al: Sensors (Basel). 2018 Jul 12;18(7)



新たなアルゴリズムを用いることで、外径3.17mm の複眼内視鏡の実現が可能と報告している。





3D内視鏡の現状と今後の展望

今後の展望

今後も単眼視内視鏡の立体感の改良は進むことが予測されるが、その限界を超えたところで、複眼視内視鏡の必然性が明白になる事が予測される。

手術において立体視は重要な要素の一つである。

