

Multiple Vertical Panning を 用いた立体音響システムに おける奥行き表現の比較検討

木村敏幸

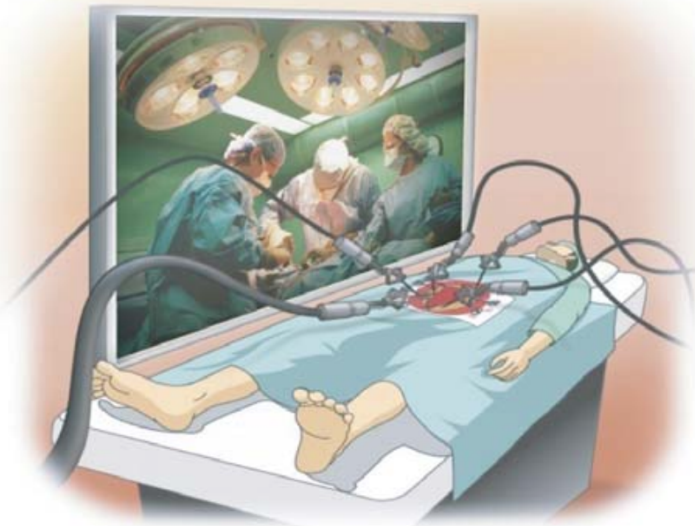
東北学院大学工学部情報基盤工学科

2021年3月11日

はじめに

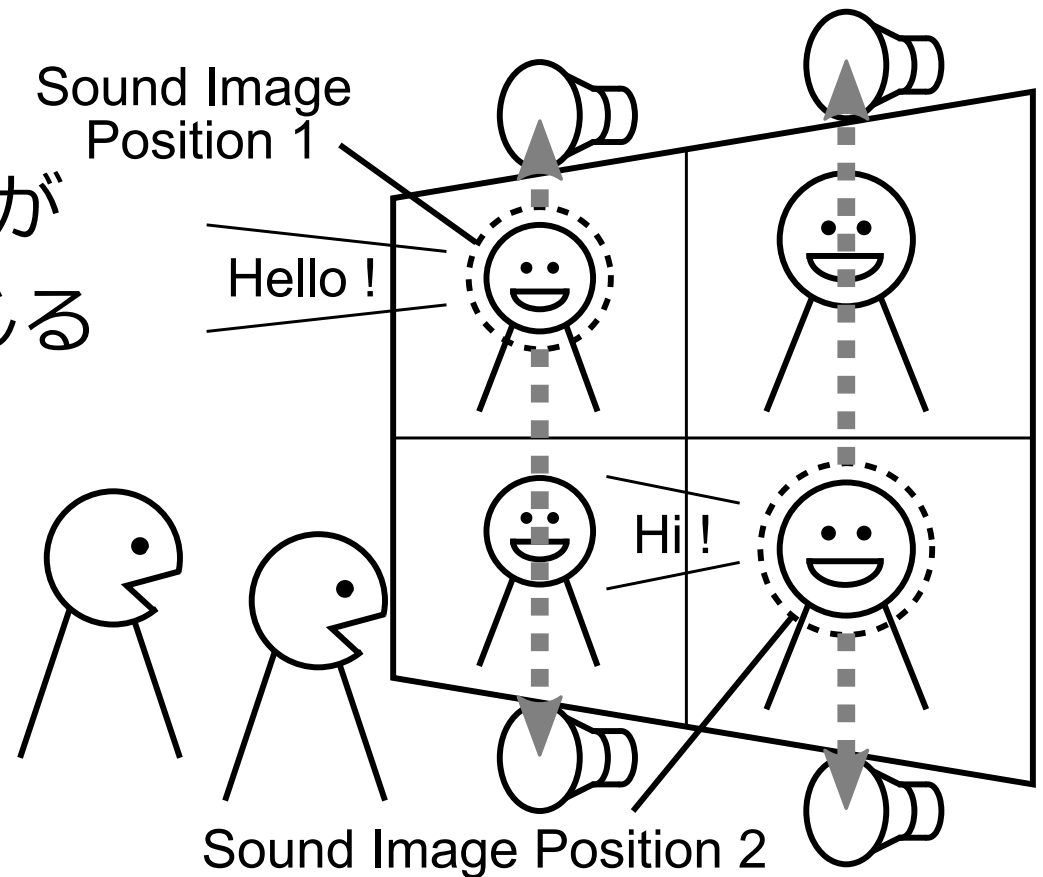
- 超臨場感コミュニケーション技術
 - 「臨場感」を体験させる技術
 - 立体映像や高臨場感オーディオ技術を使用
- 活用事例
 - 立体テレビ，遠隔医療，遠隔通信会議

出典元：榎並，岸野，電子情報通信学会誌，
Vol. 93, No. 5, pp. 363-367, May 2010.



Multiple Vertical Panning方式

- スクリーンの上下にスピーカ対を複数設置
 - 音源位置の上下にスピーカを2個配置
- 音源に音量差をつけ2個のスピーカから音を再生
 - スピーカ2個の間で音が鳴っているように感じる
- 音源ごとに再生するスピーカを選択
 - 視聴者はどこでも映像位置で音が鳴っているように感じる



本研究の目的

- Multiple Vertical Panning (MVP) 方式
 - これまで
 - 方式を提案し, 実用化の可能性を検証
 - 5対 (計10個) のスピーカで実現可能
 - 音の奥行き表現の検証
 - 従来手法との比較なし
- 本研究の目的
 - MVP方式による奥行き表現の可能性を検討
 - 奥行き表現を伴った視聴覚提示システムを制作
 - ステレオホニック方式も再生可能
 - 制作システムを用いた臨場感の評価実験を実施
 - ステレオホニック方式と比較

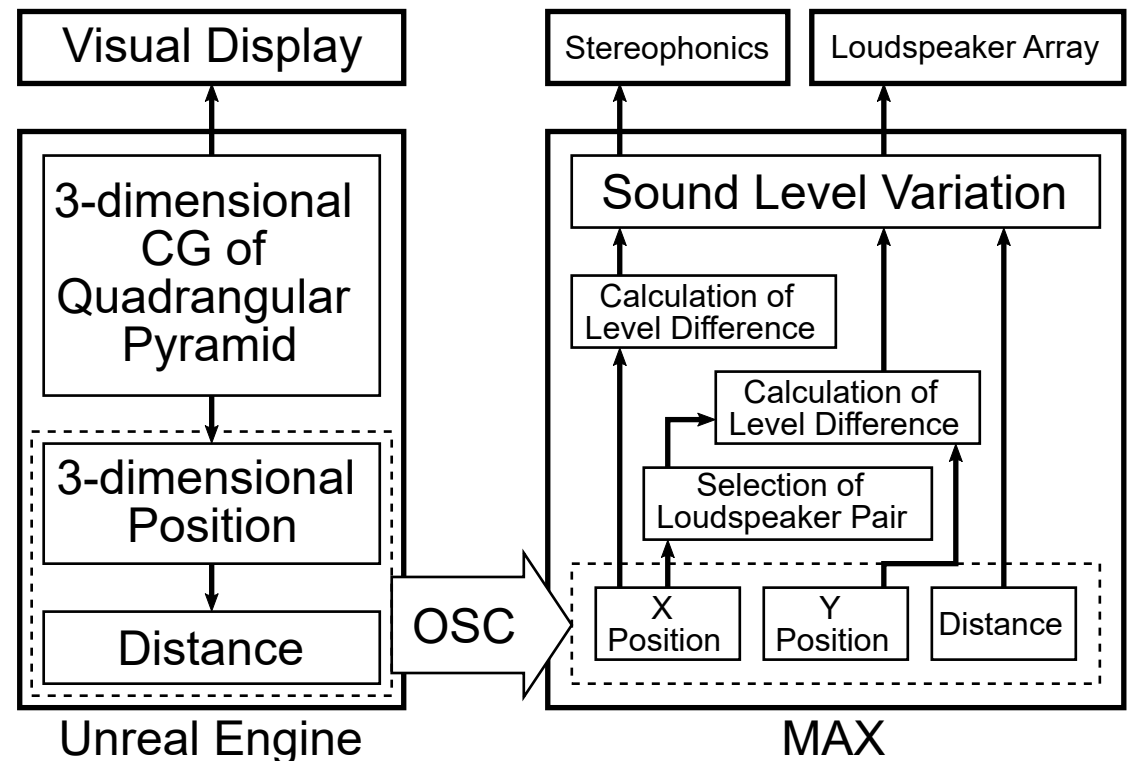
制作システム

- Unreal Engine

- 四角錐の3次元CGの奥行き移動映像を表示
- OSC (Open Sound Control) 信号を送信
 - 再生音方式, 水平・垂直位置, 距離

- MAX

- OSC信号を受信
 - 音方式を決定
 - 水平・垂直位置
 - 再生スピーカ
選択
 - 距離で音量変化



MVP方式の音量変化手法

- Method 1

- 距離によって比例的に変化

$$a_z = 1 - \frac{P_z}{10}$$

- Method 2

- 距離によって逆数的に変化

- 点音源の物理的変化を模擬

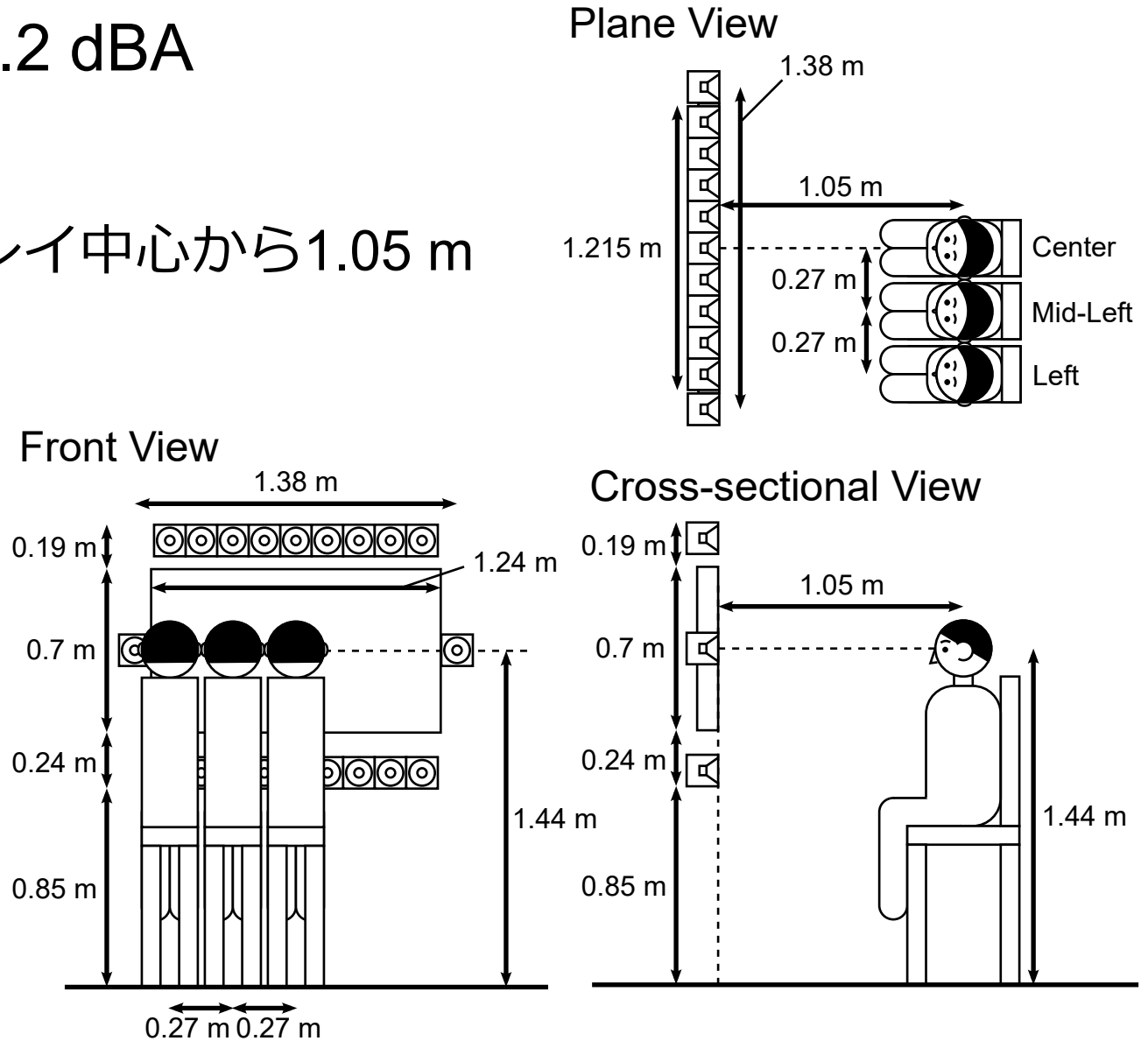
$$a_z = \frac{1.05}{1.05 + P_z}$$

- P_z (=0~10) : 距離

評価実験環境

- 実験室内の一角

- 暗騒音：40.2 dBA
- 視聴距離
 - ディスプレイ中心から1.05 m
- 視聴高さ
 - 1.44 m
- 耳位置



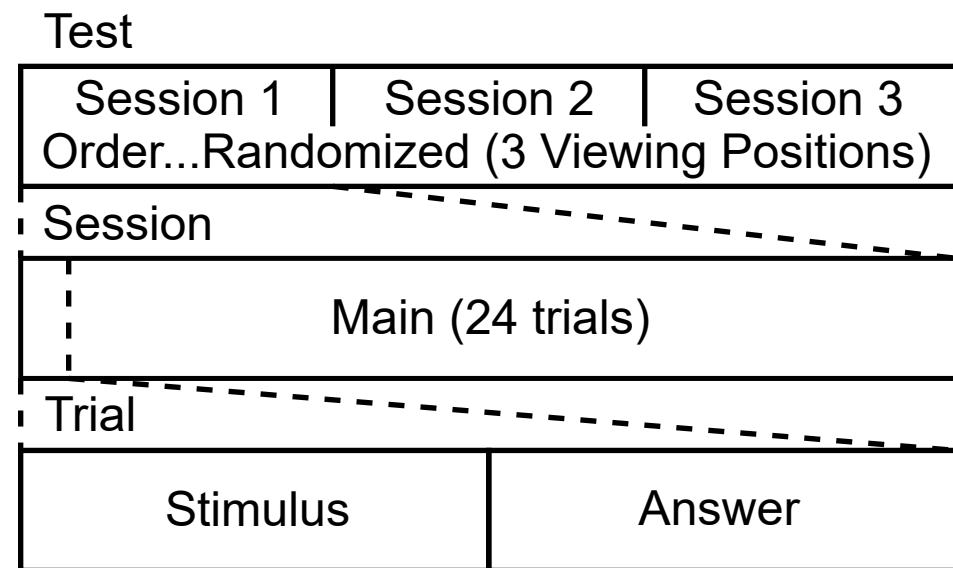
評価実験条件

- 四角錘の移動速度
 - 一定（最も遠く→最も近く）
- 音：白色雑音

	四角錘	音量変化	音再生方式		四角錘	音量変化	音再生方式
(i)	中心	変化なし	ステレオ	(vii)	左側	変化なし	ステレオ
(ii)	中心	Method 1	MVP	(viii)	左側	Method 1	MVP
(iii)	中心	Method 2	ステレオ	(ix)	左側	Method 2	ステレオ
(iv)	中心	変化なし	MVP	(x)	左側	変化なし	MVP
(v)	中心	Method 1	ステレオ	(xi)	左側	Method 1	ステレオ
(vi)	中心	Method 2	MVP	(xii)	左側	Method 2	MVP

評価実験計画

- 視聴者
 - 12名
- 視聴位置順序
 - 視聴者ごとにランダムイズ
- 24試行の内訳
 - 12 (条件)
×2 (繰り返し)
- 提示順序
 - 視聴者ごとにランダムイズ



評価実験手順

- 視聴者
 - 提示音の臨場感を5段階評定
 - 頭部や上半身は自由に移動可能

値	評定
5	とても感じられた
4	まあまあ感じられた
3	どちらともいえない
2	あまり感じられなかった
1	全く感じられなかった

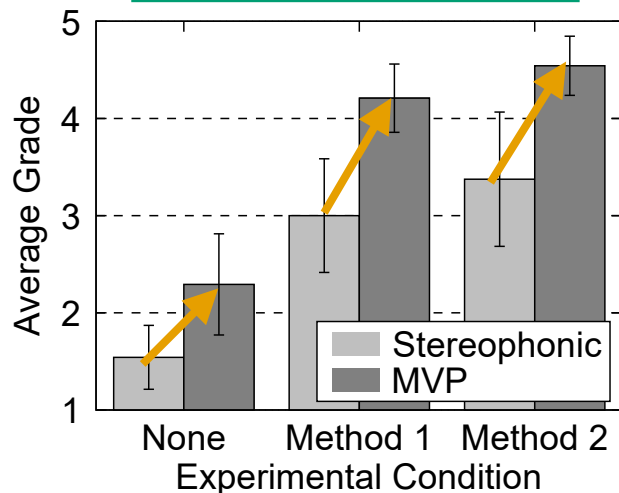
評価実験結果（四角錐中心）

- 三要因分散分析（すべて被験者間要因）
 - 1次交互作用（視聴位置×音再生方式）：0.1%有意
 - 主効果（音量変化手法）：0.1%有意
- 単純主効果：1次交互作用

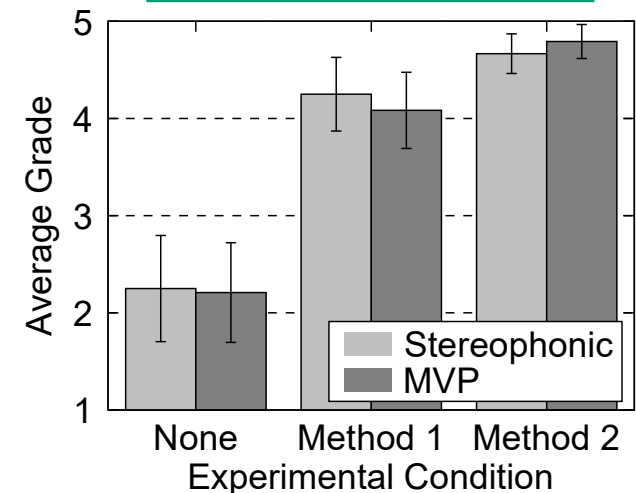
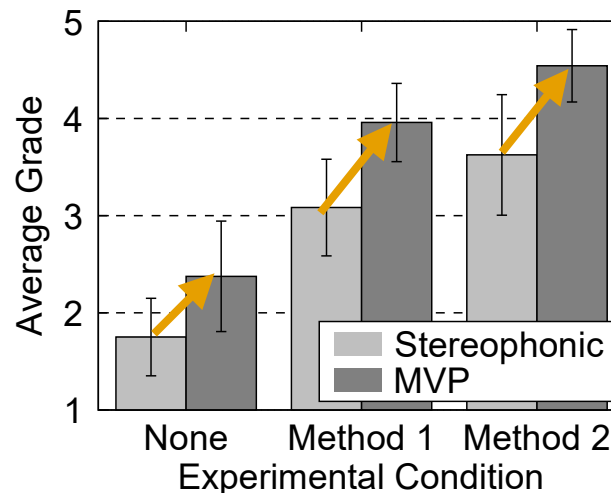
⇒視聴位置が中心以外では

MVP方式はステレオホニックより臨場感が高い

視聴位置：左側



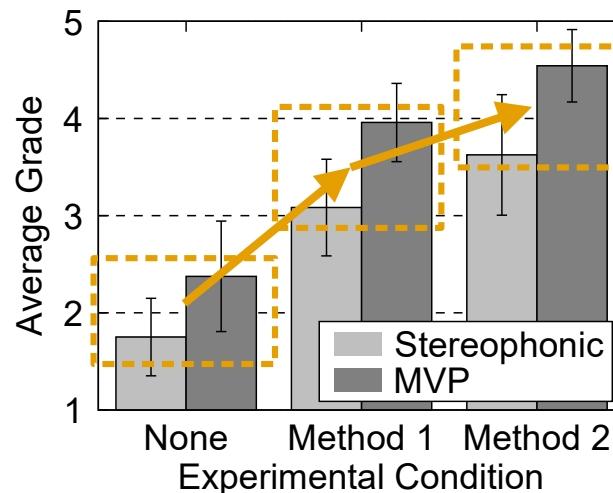
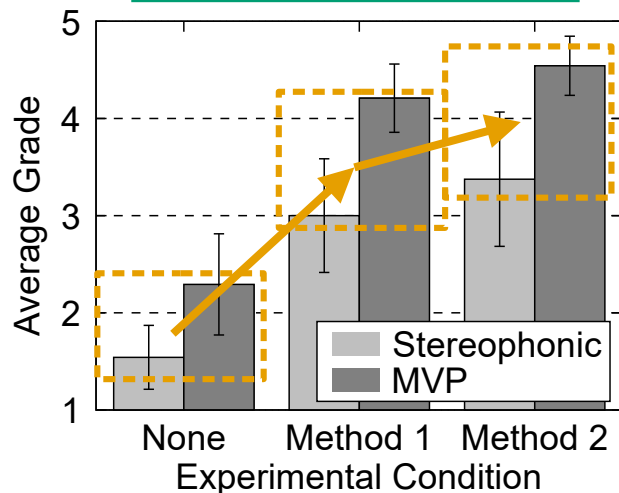
視聴位置：中心



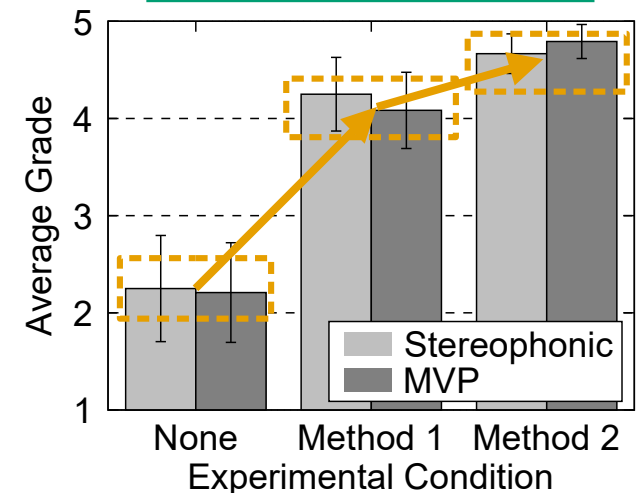
評価実験結果（四角錐中心）

- 三要因分散分析（すべて被験者間要因）
 - 1次交互作用（視聴位置×音再生方式）：0.1%有意
 - 主効果（音量変化手法）：0.1%有意
 - 多重比較：音量変化手法
 - 変化なし < Method 1 < Method 2
- ⇒ 点音源の物理的変化を模擬すれば最も良い臨場感

視聴位置：左側



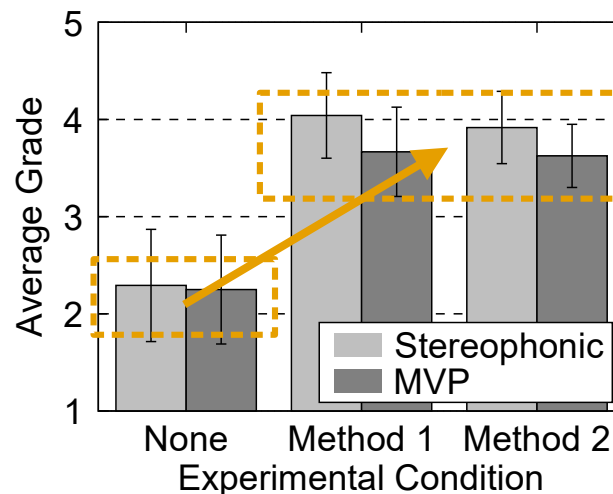
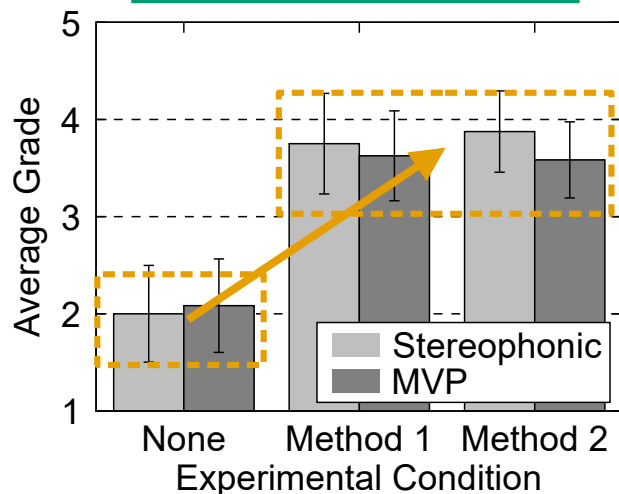
視聴位置：中心



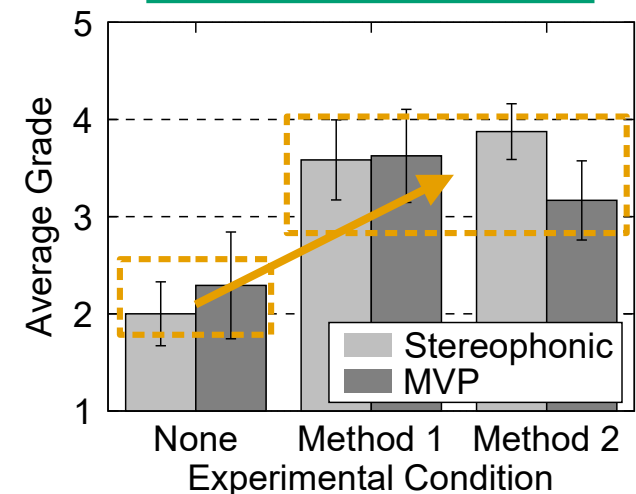
評価実験結果（四角錐左側）

- 三要因分散分析（すべて被験者間要因）
 - 主効果（音量変化手法）：0.1%有意
 - 視聴位置，音再生方式：有意差なし
 - 多重比較：音量変化手法
 - 変化なし < Method 1 = Method 2
- ⇒音量変化によって常に臨場感が向上

視聴位置：左側



視聴位置：中心



まとめ

- MVP方式による奥行き表現の可能性を検討
 - ステレオホニックも再生できるシステムを制作
- 制作システムを用いた臨場感の評価実験を実施
 - 映像が中心にあり, 視聴位置が中心以外の場合
 - MVP方式はステレオホニックよりも臨場感が向上
 - 点音源の物理的変化を模擬すればさらに臨場感が向上
- 今後の課題
 - MVP方式がステレオホニックよりも良い条件の詳細な検討
 - 映像の位置を詳細に変更した場合の臨場感への影響