

Multiple Vertical Panningを用いた 立体音響システムにおける 水平パニングの影響

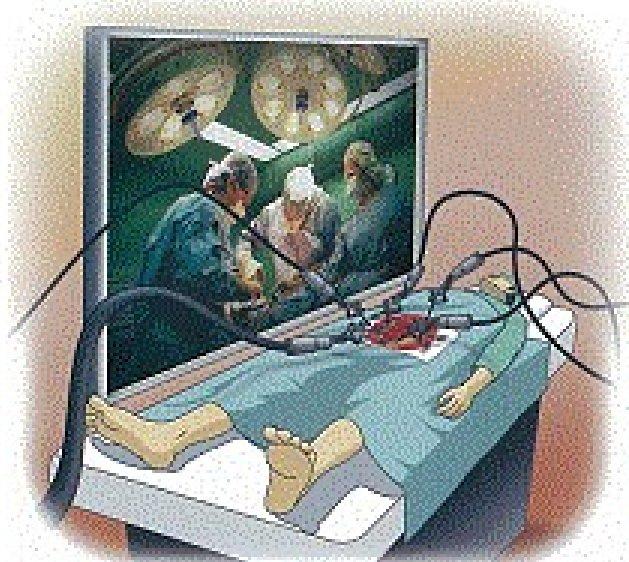
木村敏幸¹, 安藤広志²

¹東北学院大学工学部電気情報工学科

²国立研究開発法人情報通信研究機構
ユニバーサルコミュニケーション研究所

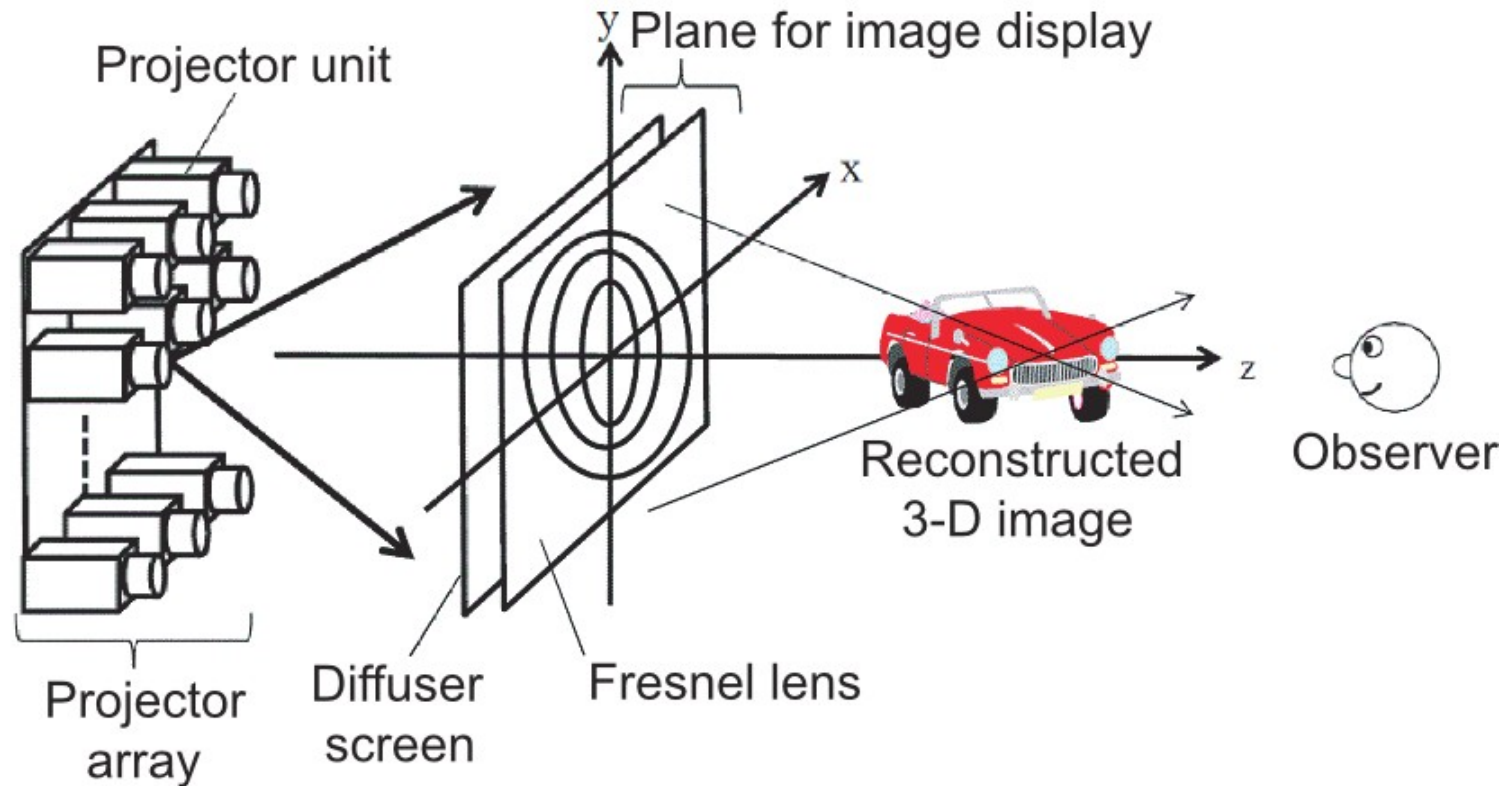
超臨場感コミュニケーション

- 立体映像技術や立体音響技術によって映像や音響をよりリアルに表現
- より臨場感のあるコミュニケーションが可能
 - 立体テレビ, 立体遠隔通信会議, 遠隔操作



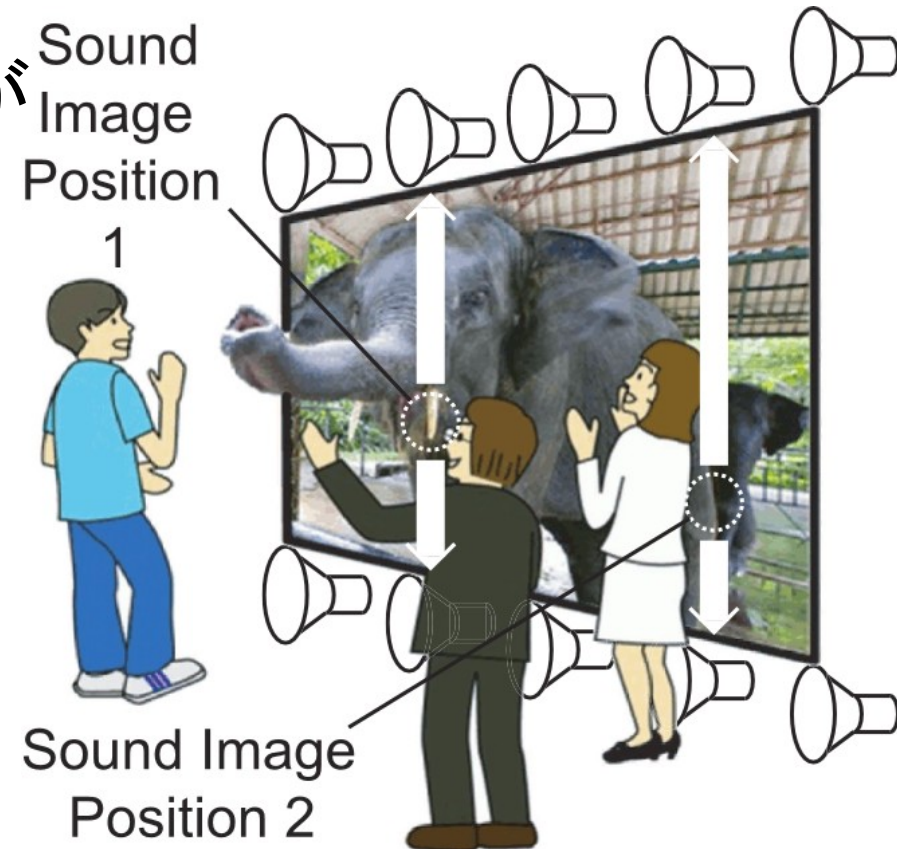
大画面裸眼立体映像ディスプレイ(REI)

- メガネなしでより自然な映像が鑑賞可能
- プロジェクタアレイを使用
 - 拡散スクリーンで垂直方向のみに光を拡散
 - 水平方向にのみ視差付き映像を提示



Multiple Vertical Panning (MVP)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
 - 聴取者たちはどこでも立体像の位置で音が鳴っているように感じる



本研究の目的

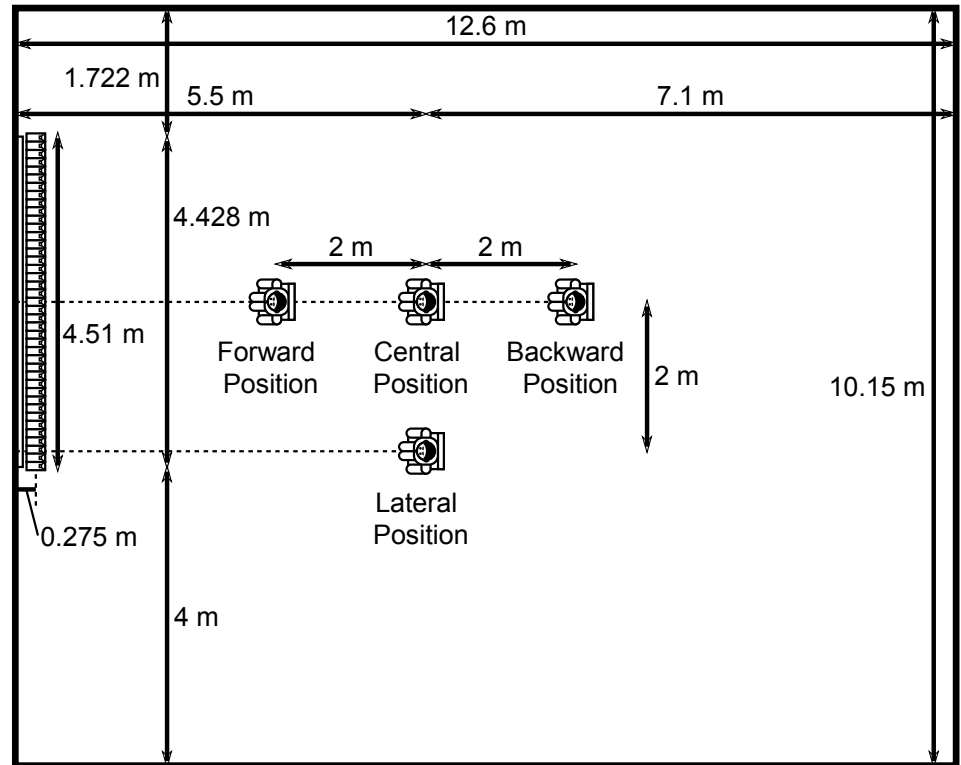
- REIディスプレイに合った立体音響システム
 - Multiple Vertical Panning (MVP)方式を提案
 - MVP方式に必要なスピーカの数
 - 10個に減らしても臨場感の違いを識別できない
- 今回の報告
 - MVP方式を用いた遠隔通信会議システム
 - 収録用マイクロホンの配置に手間がかかる
 - ⇒ 収音用マイクロホンアレイの開発が必要
 - 話者の上下に超指向性マイクロホンを配置
 - マイクロホンの収音方向に話者がいないと、収録した音源信号に水平パニングが付加される
 - ⇒ **水平パニングによる臨場感への影響を評価**
 - 2種類の視聴覚実験を実施

実験環境(実験1)

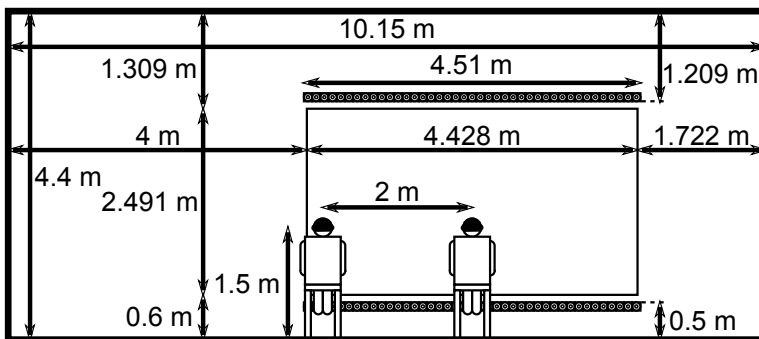
- 会議室

- 残響時間: 402 ms
- 暗騒音: 38 dBA
- 視聴位置: 4か所
 - 中心位置
 - 前方位置
 - 後方位置
 - 側方位置
 - 正面より2 m左側

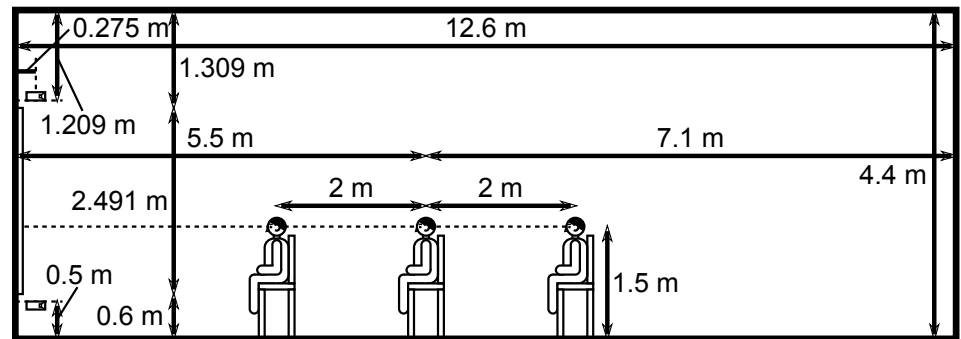
Plane View



Front View



Cross-sectional View



実験環境(実験1)

- スクリーンの上下にスピーカを計82個配置
 - 上側に41個, 下側に41個
- 視聴位置距離
 - 前方位置
 - スクリーンから3.5 m
 - 中心位置, 側方位置
 - スクリーンから5.5 m
 - 後方位置
 - スクリーンから7.5 m
- 音圧レベル
 - 中心位置で約70 dBA



実験条件(実験1)

- メガネあり立体映像(5秒間)
 - UFOが音を出しながら画面内を動き回る
 - 図中の黄色の枠線の位置から音を再生
 - UFOがボールや星に当たると音が出る
 - 図中の赤色の枠線の位置から音を再生



実験条件(実験1)

- 条件(b)-(d)で水平パニングを付加

– 条件(a), (e), (f)は参照条件

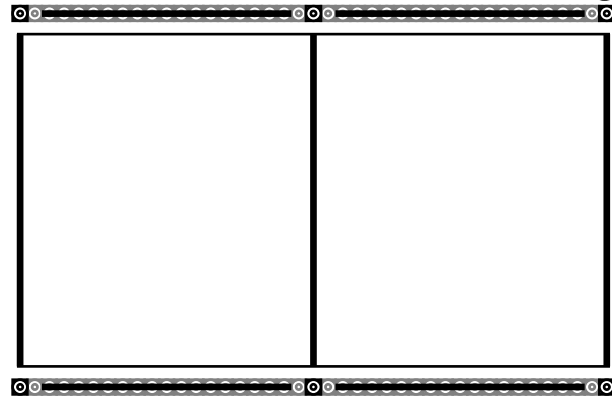
(a) 4 Loudspeakers,
No Horizontal Panning



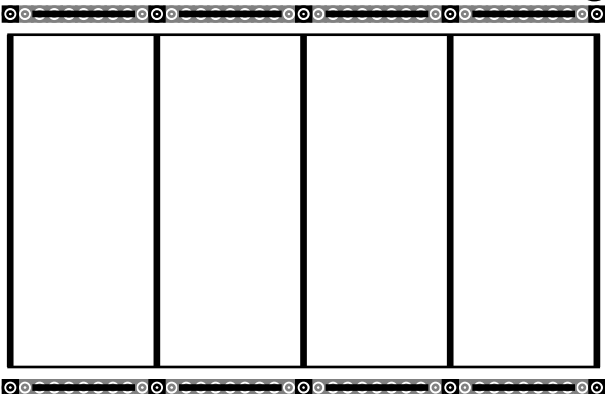
(b) 4 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



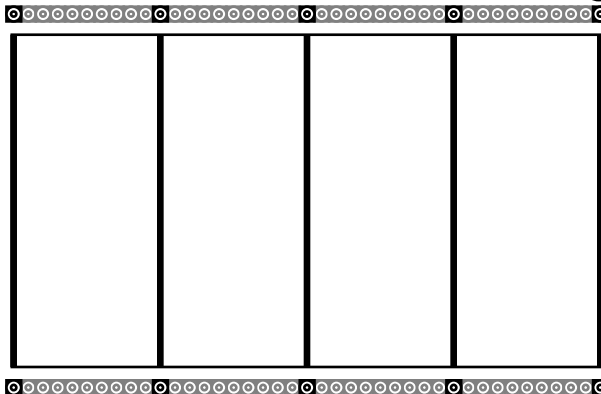
(c) 6 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



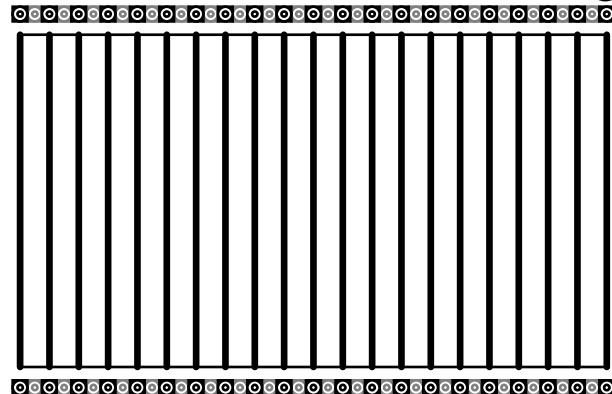
(d) 10 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



(e) 10 Loudspeakers,
No Horizontal Panning



(f) 42 Loudspeakers
No Horizontal Panning



実験計画(実験1)

- 実験手法

- シュツフェの対比較法(浦の変法)

- 評価指標

- 「音の位置の一致度」「音の動きの一致度」

- 視聴者

- 9名

- 男性5名
- 女性4名

- 年齢

- 27~38歳

- 立体視可能

- 聴力正常

Test

Evaluation 1	Evaluation 2
Order...Randomized (Sound Location or Movement)	

Evaluation

Session 1	Session 2	Session 3	Session 4
Order...Randomized (4 Viewing Positions)			

Session

Practice (6 trials)	Main (30 trials)
---------------------	------------------

Trial

Sign (0.1 s)	Break (0.9 s)	Stimulus A (5 s)	Break (2 s)	Stimulus B (5 s)	Answer (4 s)
-----------------	------------------	---------------------	----------------	---------------------	-----------------

試行内訳(実験1)

- セッション数
 - $8 = \text{評価指標}(2) \times \text{視聴位置}(4)$
 - 評価指標, 視聴位置の順番はランダムイズ
- 練習試行
 - 3種類の実験条件の順列の総数($=3 \times 2 = 6$)
 - 順番はランダムイズ
- 本試行
 - 6種類の実験条件の順列の総数($=6 \times 5 = 30$)
 - 順番はランダムイズ

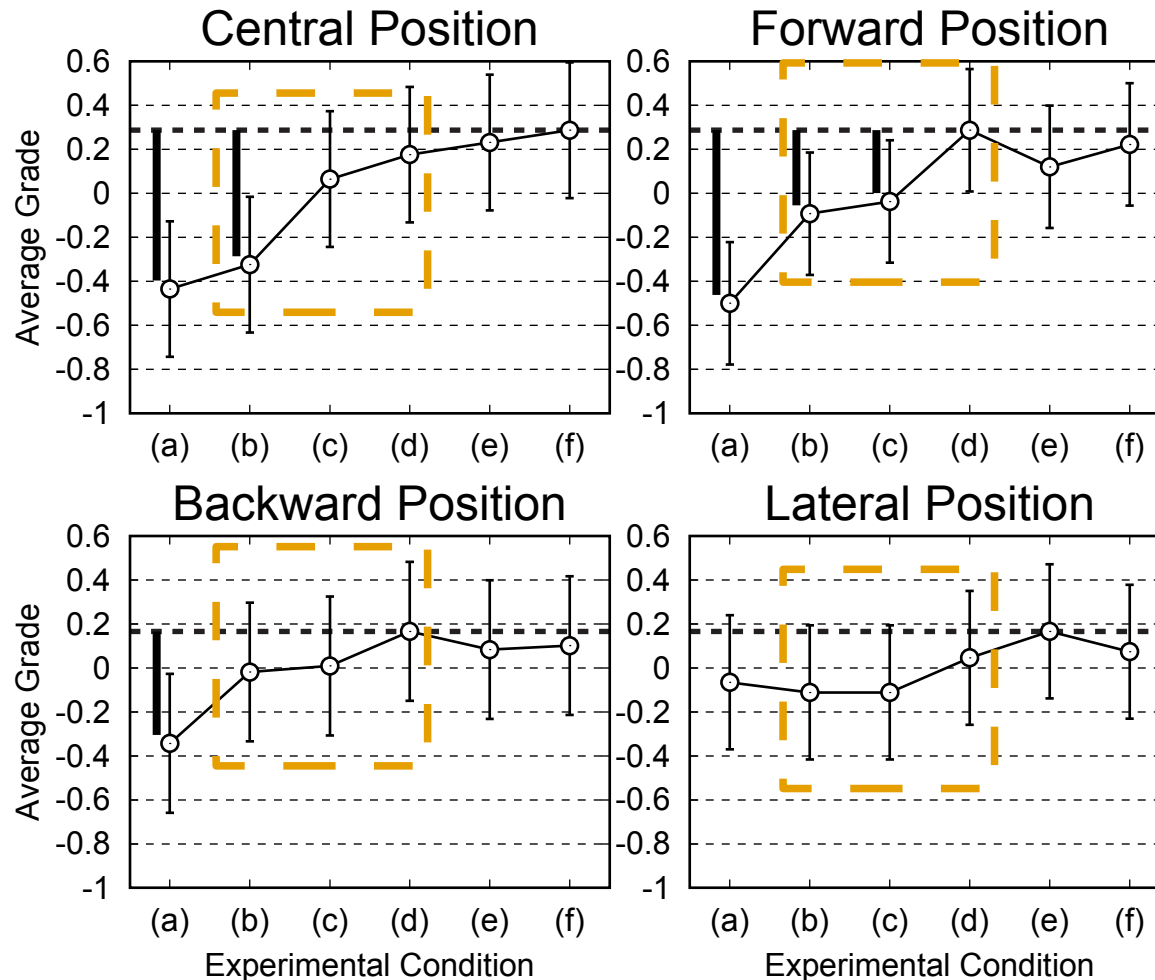
実験手順(実験1)

- 音の位置や動きの一致度を評定
 - 基準: 先の刺激音(A)
 - 対称: 後の刺激音(B)
- 頭部及び上半身の動きは許可

値	評定
3	非常に良い
2	かなり良い
1	少し良い
0	同じ
-1	少し悪い
2	かなり悪い
3	非常に悪い

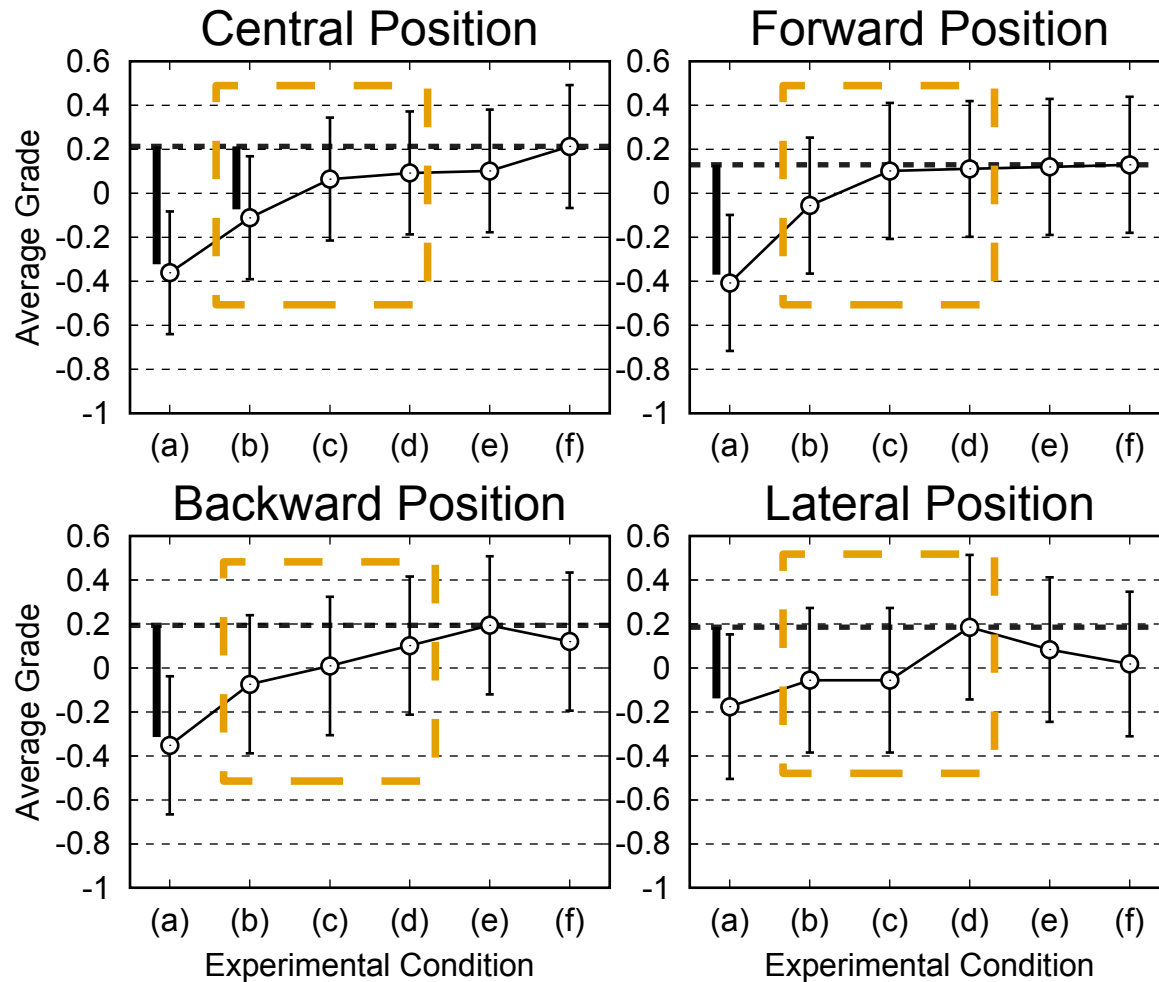
実験結果(音の位置の一致度)

- 水平パニングが付加しても性能は維持
–しかし、スピーカ数が6や4の時は性能が劣化



実験結果(音の動きの一致度)

- 水平パニングが付加しても性能は維持
–しかし、スピーカ数が4の時は性能が劣化



実験2

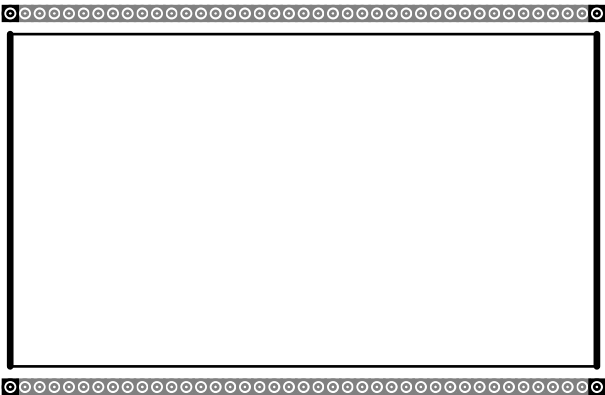
- 実験1
 - ディ스플레이の4隅にスピーカを配置
 - 従来のスピーカ配置との互換をとるため
 - ⇒スピーカ数をさらに減らすと性能が劣化
- 遠隔通信会議システム
 - スピーカ配置の互換を取る必要がない
 - ⇒ディスプレイの4隅にスピーカを配置しない条件を検討
- 実験1と同一
 - 実験環境
 - 使用した立体映像
 - 実験計画, 実験手順

実験条件(実験2)

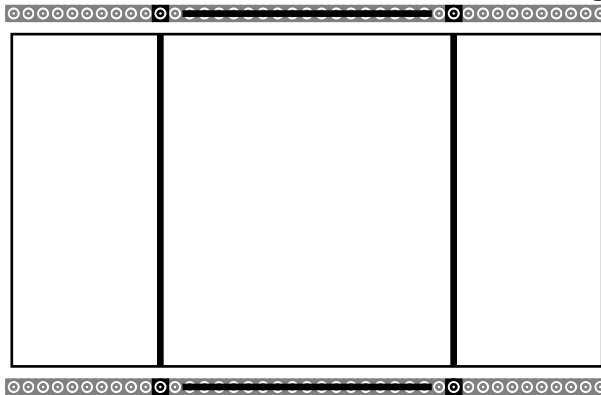
- 条件(b)-(d)で水平パニングを付加

– 条件(a), (e), (f)は参照条件

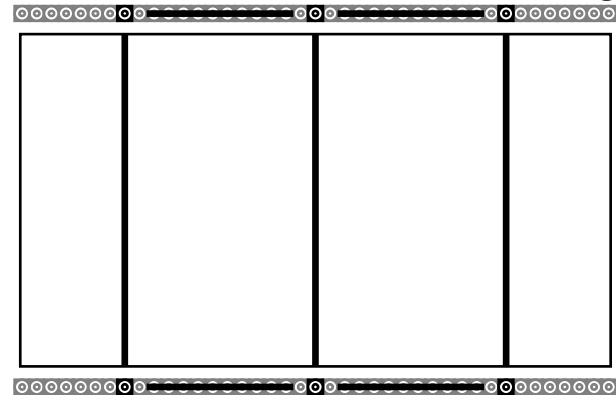
(a) 4 Loudspeakers,
No Horizontal Panning



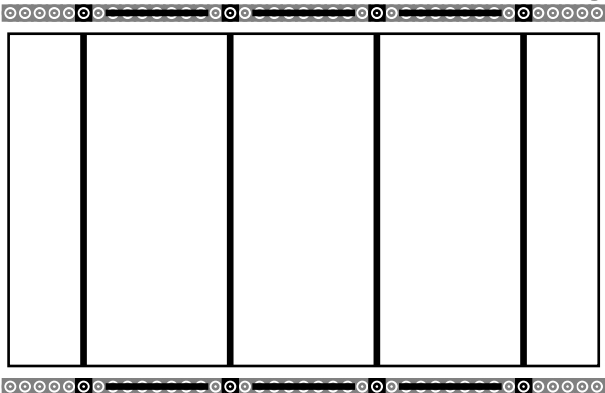
(b) 4 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



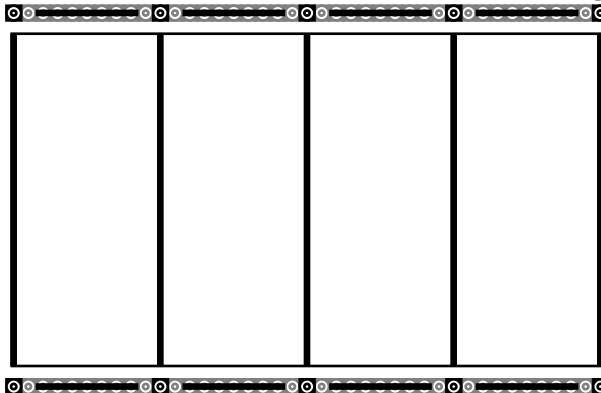
(c) 6 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



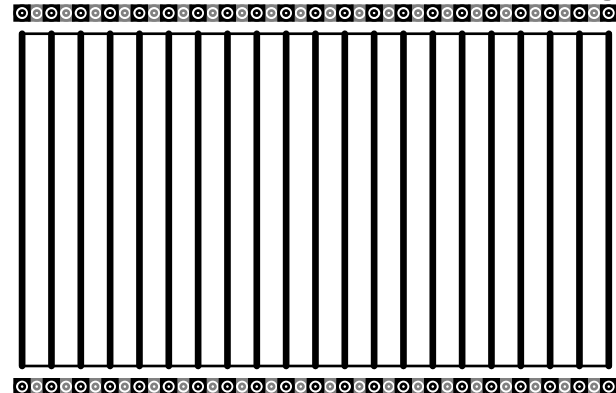
(d) 8 Loudspeakers,
With Horizontal Panning



(e) 10 Loudspeakers,
With Horizontal Panning

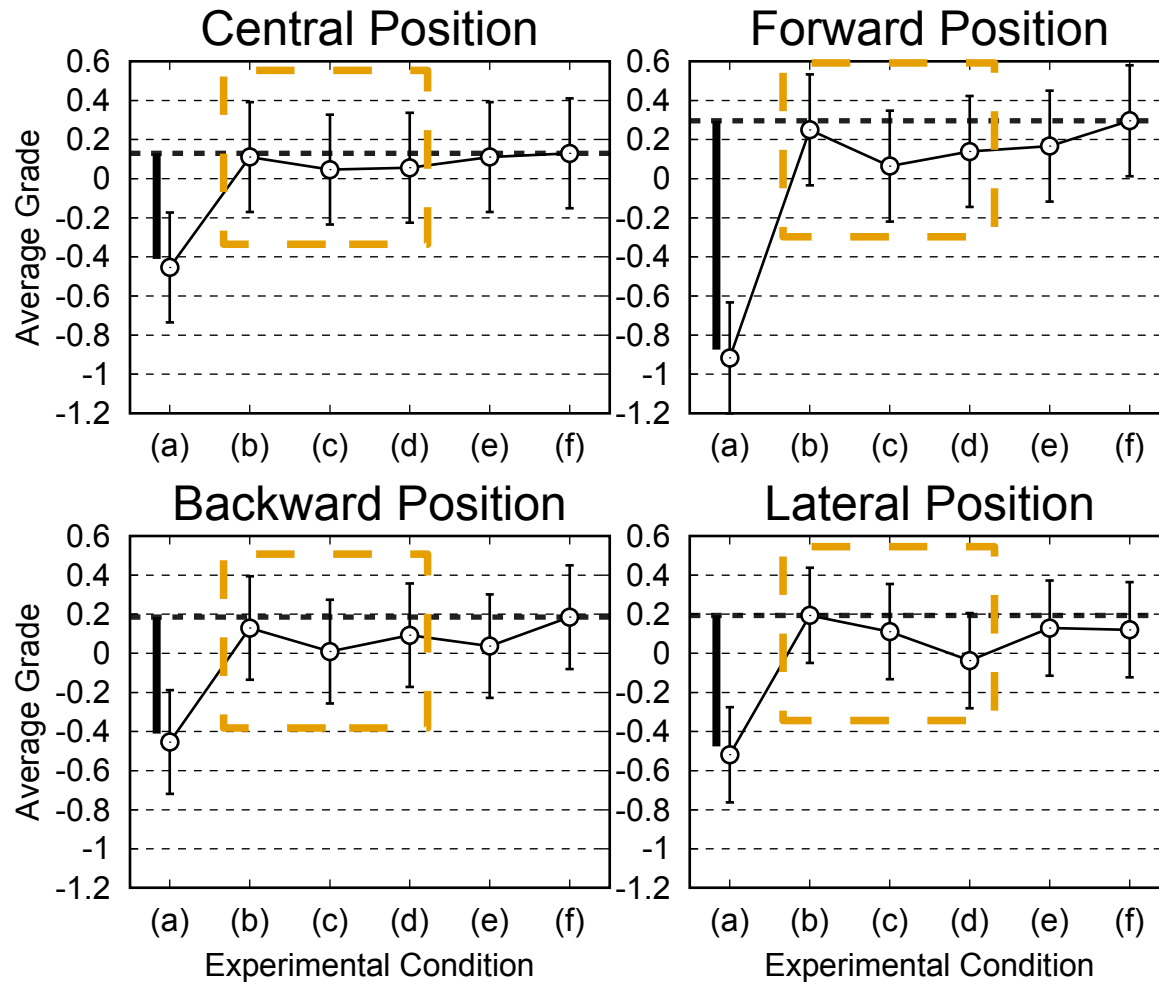


(f) 42 Loudspeakers
No Horizontal Panning



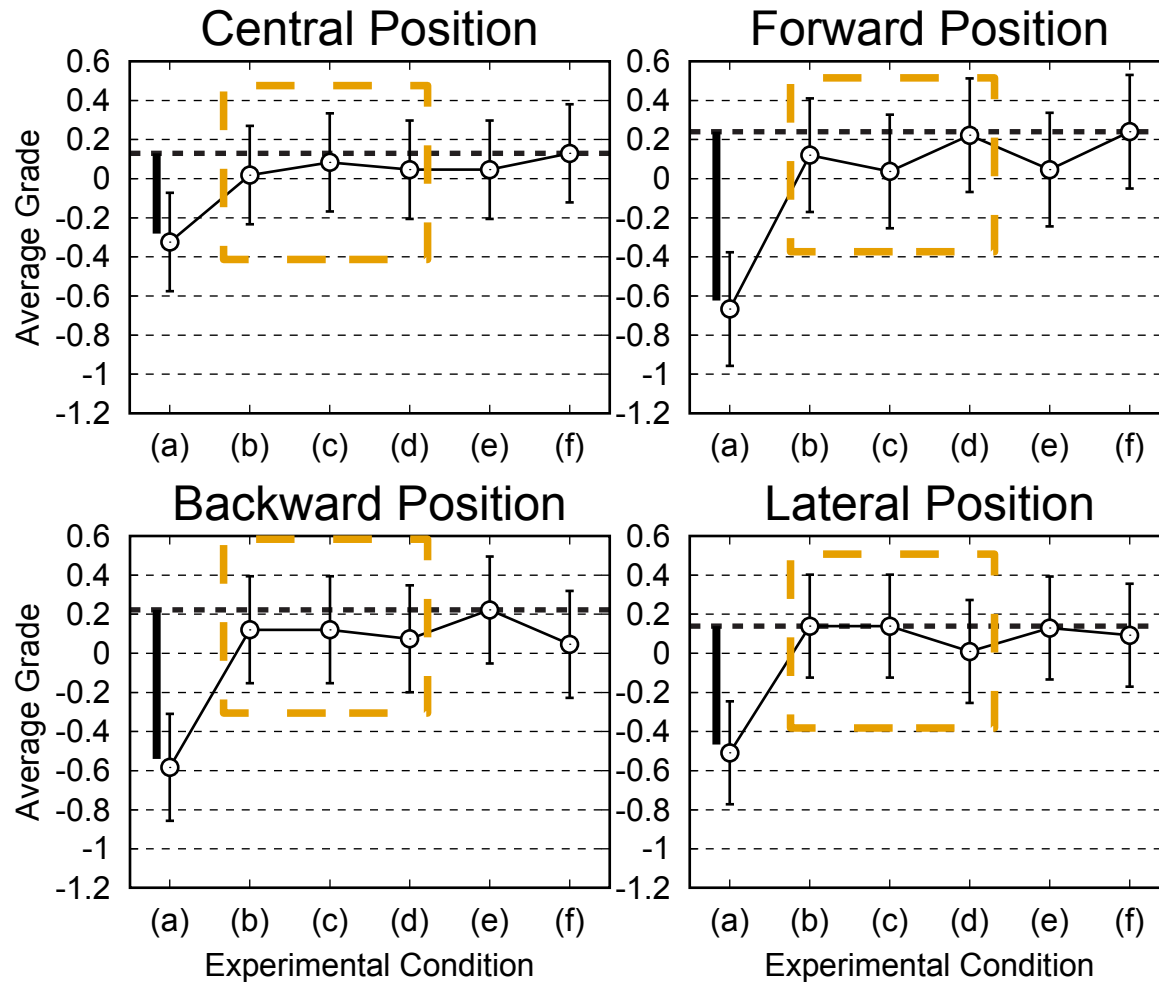
実験結果(音の位置の一致度)

- 水平パニングが付加しても性能は維持
- スピーカ数が4でも性能が維持



実験結果(音の動きの一致度)

- 水平パニングが付加しても性能は維持
- スピーカ数が4でも性能が維持



まとめ

- 新たなる立体音響システムを提案
 - Multiple Vertical Panning (MVP)方式
 - 大画面裸眼立体映像ディスプレイ(REI)に適合
- 水平パニングによる臨場感への影響を検討
 - スピーカの数も4個にしても影響なし
 - スピーカをディスプレイの4隅に配置しない場合
- 今後の展望
 - 遠隔通信会議システムの実装
 - MVP方式用の收音マイクロホンアレイの構築
 - 実装したシステムの性能評価