

## ベーシックコース試験問題

実施日	◆ 2011年11月20日(日)
入室締切	◆ 10:20 厳守
試験時間	◆ 10:30~12:00 (90分)
会場	◆ 東京大学 本郷キャンパス ◆ 大阪大学 豊中キャンパス ◆ 東北大学 青葉山キャンパス

### ★ 注 意 事 項 ★

#### 《 開始前の注意事項 》

1. 入室締切時間 10:20 を厳守してください。締切時間以降の入室はできません。
2. 受験票と身分証明書を机の左上によく見えるように提示してください。
3. 時計・筆記用具以外の、ペンケースや携帯電話などは机の上に置かないでください。
4. 呼び出し音や振動音のする携帯電話などの電源は切ってください。
5. 本試験の出題形式は選択式です。鉛筆を用いて、各小問に対応するカタカナの記号を○印で囲ってください。特に指定がない限り、複数の○印は無効解答になります。
6. 書き損じは消しゴムで完全に消し、解答欄には○印以外の文字等を記入しないでください。
7. 試験時間中は、乱丁・落丁、印刷不鮮明に関する質問以外はお受けできません。
8. 不正行為があったときは、すべての解答が無効になります。
9. その他、試験監督者の指示に従ってください。

#### 《 退席時の注意事項 》

- 試験開始後 15 分経過した時点で中途退出できます。中途退出する場合には、試験監督者に解答用紙を必ず手渡してください。問題用紙はお持ち帰り下さい。
- 試験終了時間 5 分前からは退出できません。
- 試験終了後、試験監督者が解答用紙を回収しますので、着席したままお待ち下さい。解答用紙回収後、問題用紙はお持ち帰り下さい。

- この試験の合格者の受験番号と模範解答を12月上旬に、当学会ホームページ (<http://www.vrsj.org>) 上で発表します。
- 12月上旬に受験者全員に合否通知書を、合格者に認定証を発送します。到着はその数日後となります。

特定非営利活動法人 日本バーチャルリアリティ学会

〒113-0033 東京都文京区本郷 2-28-3 山越ビル 301 TEL 03-5840-8777

## 第1問

以下は、バーチャルリアリティとは何か、に関する問題である。

(1) 「バーチャル」(virtual)の概念について、下記(a)(b)に該当する単語をそれぞれ選択肢の中から選べ。

(a) virtual を機能の面でもらえた場合、最も意味が近い単語

(b) virtual の反意語として最も適切な単語

### 【解答群】

ア. fake      イ. imaginary      ウ. nominal      エ. real      オ. supposed

(2) 「人間が捉えている世界と思っているものは、実は人間の感覚器を介し、かつ人間の認識機構のアプリオリな仕組みにより認識され、脳に投影されたもの自体の写像にすぎない。」

この記述の具体的な例として、間違っているものを下記の選択肢から選べ。

ア. 人間の視覚は、電磁波のうち光と呼ばれる  $0.38\mu\text{m}\sim 0.78\mu\text{m}$  という限られた波長の成分を検出している。

イ. 印刷物やテレビは、自然の色と全く同一のスペクトルを再現することにより、原物と同じ色に見えるよう工夫されている。

ウ. 一人のユーザに対して視覚を通して 3 次元空間を提示する際、それぞれの瞬間に必要なのは左右の網膜に写る 2 枚の 2 次元画像のみであり、3 次元空間を行き交うすべての光線を再現する必要はない。

エ. 人間の聴覚は、空気の振動のうち 20Hz から 20,000Hz という限られた周波数帯域を検出している。

オ. 近年のオーディオプレーヤには、人間の聴覚特性に基づく情報圧縮技術が使用されており、データ量を小さくしても良好な音質で音楽等を楽しむことができる。

## 第2問

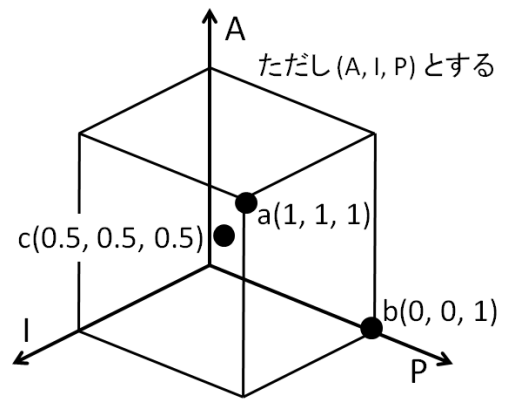
(1) VR 生成のための基本要素は、シミュレーションシステム、出力システム (ディスプレイ)、入力システムに分類される。ただし、入力、出力とは、シミュレーションシステムの側から見た表現である。それぞれの機能を最も正しく述べている文章を選べ。

ア. ディスプレイは、各種感覚刺激を創出し、ユーザの感覚入力を模擬するための装置である。

イ. 入力システムは、ディスプレイの反対の役割、すなわちシミュレーションシステムから運動系を介してユーザへ情報を伝える要素である。

ウ. シミュレーションシステムは、入力システムから情報を受け取り、時間をかけて複雑な演算を行った後、その結果をまとめて出力システムに送出する。

- (2) 右図はVRの黎明期に、MITメディアラボのD. Zeltzerが提案したAIPキューブである。これはメディア技術としてVRを眺め、その特性について述べたもので、より概念的なレベルにおけるVRの枠組みを規定する考え方と言ってよい。AはAutonomy（自律性）、IはInteraction（対話性）、PはPresence（臨場感）である。それぞれの要素の値は、0が全く備えていない、1が完全に備えているものとする。このとき、図中の点a, b, cが示すシステムに該当するものを、それぞれ下記の中から選べ。



【解答群】

- ア. リアルタイムゲーム      イ. オムニマックスシアター      ウ. 究極のVRシステム

第3問

次の文章は、バーチャルリアリティ技術の歴史の中で、今日の発展につながってきた代表的な研究やシステム事例について説明したものである。文中の（ ）に最も適することばを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

- (1) アミューズメントやゲームの分野で現在のVR型体感ゲームの先駆けとなるシステムとして、M. Heilingが1963年に開発した（ a ）が挙げられる。このシステムでは立体ビデオ、音響や椅子の振動、あるいはファンによる顔への風の提示、風景に合わせた臭いの提示などの仕組みが組み込まれていた。

【aの解答群】

- ア. CYCLORAMA      イ. MAREORAMA      ウ. PANORAMA      エ. SENSORAMA      オ. DIORAMA

- (2) コンピュータグラフィックスの分野では1968年、I. Sutherlandが（ b ）Displayという概念を提唱し、最初のHMD (Head Mounted Display)を開発した。このHMDは小型CRTに提示された映像をハーフミラーを介して見る（ c ）シースルーのシステムであり、頭部には利用者の頭の回転を計測する機械式のリンク機構が取り付けられていた。

【bの解答群】

- ア. Augmented      イ. Hyper      ウ. Virtual      エ. Immersive      オ. Ultimate

【cの解答群】

- ア. 光学式      イ. ビデオ      ウ. 機械式      エ. ミラー      オ. CRT式

- (3) ロボット工学の分野では、機械技術研究所の舘暲によりテレイグジスタンスの概念が提案され、1982年にはそれを実現するマスタースレーブ型のロボット（ d ）の開発が行われた。また1983年の同時期に米国海軍海洋システムセンターの J. D. Hightower は同様の概念のテレプレゼンスロボット（ e ）の開発を行なった。

【dの解答群】

ア. SPIDAR      イ. TWISTER      ウ. TELESAR      エ. MEISTER      オ. OPERATOR

【eの解答群】

ア. Redman      イ. Greenman      ウ. Yellowman      エ. Blackman      オ. Pinkman

第4問

以下は、動揺病や前庭 - 視覚の相互作用に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 視野の広範囲に視運動刺激が与えられると、（ a ）が生じて視運動刺激と逆方向に自分が動くように感じる。

【aの解答群】

ア. 動揺病      イ. 眼振      ウ. サッケード      エ. ベクシオン      オ. 追跡眼球運動

- (2) 車酔い発生率は、前方の道路がよく見える場合には全く見えない場合の約（ b ）になる。

【bの解答群】

ア. 1/5      イ. 1/3      ウ. 3/4      エ. 2倍      オ. 5倍

- (3) バーチャルリアリティを用いたゲームやアミューズメントでも、身体運動や（ c ）を知覚させる刺激が原因となって動揺病が発生する。

【cの解答群】

ア. 眼球運動      イ. 関節感覚      ウ. 物体移動      エ. 疲労      オ. 傾斜

- (4) 動揺病に対する感受性は（ d ）頃までが高く、その後は加齢に伴って低下する。

【dの解答群】

ア. 2～3歳      イ. 5～7歳      ウ. 12～15歳      エ. 18～22歳      オ. 25～30歳

(5) 運動知覚を司る 7a 野 MST 領域では、個々のニューロンに視覚と前庭感覚の統合が見られ、( e ) に中心的役割を果たすと考えられている。

【e の解答群】

ア. 随意運動      イ. 姿勢保持      ウ. 視運動知覚      エ. 空間認知      オ. ホメオスタシス

## 第5問

以下は、味覚・嗅覚の情報伝達に関する問題である。( ) に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(1) 味覚・嗅覚は ( a ) によって得られる感覚であり、( b ) によって得られる視覚・聴覚・体性感覚とは異なる点が非常に多い。味は、舌や上あご、喉の奥に存在する ( c ) の先にある味受容体に味物質が結合することで感知される。一方、匂いは ( d ) 内にある嗅細胞の受容体に匂い物質が結合することで感知される。

【a, b 解答群】

ア. 物理刺激      イ. 記憶の想起      ウ. 化学物質の刺激      エ. 断続的な刺激      オ. 快刺激

【c 解答群】

ア. 絨毛      イ. 味角      ウ. 迷走神経      エ. 粘膜      オ. 味蕾

【d 解答群】

ア. 糸球体層      イ. 嗅球      ウ. 鼻腔      エ. 気管      オ. 梨状皮質

(2) 脳内で順々に処理されてきた味覚情報と嗅覚情報は、( e ) に入力され、そこで多感覚処理される。さらに好き嫌いを判断する扁桃体や記憶処理に深く関わる海馬に送られる。

【e の解答群】

ア. 視床下部      イ. 眼窩前頭皮質      ウ. 橋      エ. ブローカ野      オ. ウェルニッケ野

## 第6問

以下は、聴覚系末梢の構造と機能について述べた文章である。( ) に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

聴覚系末梢の機能は、大きく3つの部分に分けて論じられる。耳介および外耳道から成るのが( a )であり、その構造が方向選択的なフィルタとして機能することから、( b ) に大きく寄与すると考えられている。鼓膜と耳小骨から成るのが( c )である。( c ) は、空気中を伝わってきた音を( d ) に効率よく伝えるインピーダンスマッチングを行っていると考えられている。( d ) は、振動として伝わってきた音情報を神経信号に変換する役割を担っている。その際、符号化される周波数が( d ) の中の音-神経信号変換器の場所ごとに整然と配置されていることから、そのことを利用して実装された聴覚復元技術が( e ) である。( e ) は( d ) の障害に由来する難聴に光明をもたらしている。

### 【aの解答群】

ア. 内耳      イ. 半規管      ウ. 中耳      エ. 外耳      オ. 耳管

### 【bの解答群】

ア. 距離知覚      イ. 音源定位      ウ. ピッチ知覚      エ. 大きさ知覚      オ. ゲイン調整

### 【cの解答群】

ア. 内耳      イ. 半規管      ウ. 中耳      エ. 外耳      オ. 耳管

### 【dの解答群】

ア. 内耳      イ. 半規管      ウ. 中耳      エ. 外耳      オ. 耳管

### 【eの解答群】

ア. プローブマイク      イ. イヤホン      ウ. 人工内耳      エ. 補聴器      オ. 骨導スピーカ

## 第7問

以下は、深部感覚に関する設問である。( ) に最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

深部感覚は、四肢相互の位置関係、四肢の動き、四肢に加わる力などを検出する。深部感覚の受容器は( a ) と呼ばれる。( a ) には、( b )、( c )、関節受容器がある。( b ) は、( d ) に感覚神経と運動神経が接続した構造をしている。( b ) の両端は( e ) に付着している。( b ) は、( d ) の長さを調節することにより、筋肉の伸張・収縮情報を適切に受容する。筋肉の伸張・収縮に対する( b ) と( c ) の反応は異なっており、相補って深部感覚情報を精密に伝えることができる。

【aの解答群】

ア. 深部受容器      イ. 固有受容器      ウ. 触覚受容器      エ. 侵害受容器      オ. 化学受容器

【bの解答群】

ア. マイスナー小体      イ. ルフィニ腱器官      ウ. 筋紡錘      エ. 筋線維      オ. ゴルジ腱器官

【cの解答群】

ア. ゴルジ腱器官      イ. メルケル腱器官      ウ. 毛包受容器      エ. 筋紡錘      オ. 筋原線維

【dの解答群】

ア. 神経線維      イ. 錘外筋線維      ウ. 遠心性線維      エ. 錘内筋線維      オ. 求心性線維

【eの解答群】

ア. 求心性線維      イ. 錘内筋線維      ウ. 筋原線維      エ. 遠心性線維      オ. 錘外筋線維

第8問

以下は、2眼式立体映像の頭部搭載型映像提示装置に関する問題である。( )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

頭部搭載型ディスプレイは、頭に ( a ) を載せることで常に目の前に ( b ) がある状態にするデバイスである。両目の前に映像を映し出すモニタを配置することで、どこを見ても常に目の前に映像を提示する。さらに ( c ) を計測するセンサとともに利用することで、向いた方向のバーチャルな世界の映像を提示できる。ただし、目とモニタの距離を ( d ) しないと装置の重さによって首などに負担がかかる。そこで眼球とモニタの間に特殊な ( e ) を配置して、あたかもモニタが数メートル先に見えるように工夫がされている。

【aの解答群】

ア. 映像提示装置      イ. カメラ      ウ. スイッチ      エ. ランプ      オ. ライト

【bの解答群】

ア. 感覚      イ. スクリーン      ウ. 音源      エ. 接点      オ. 立体視

【cの解答群】

ア. 眼底の位置姿勢      イ. 光源の位置      ウ. 物体の位置姿勢      エ. カメラの位置姿勢  
オ. 頭の位置姿勢

【dの解答群】

ア. 極力大きく    イ. ある程度大きく    ウ. 無限大に    エ. 極力小さく    オ. マイナスに

【eの解答群】

ア. スリット    イ. センサ    ウ. 光学系    エ. 液晶    オ. 金属

第9問

以下は、没入型ディスプレイに関する問題である。(1)～(5)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(1) 没入型ディスプレイについて正しいものはどれか。

【解答群】

- ア. 人間の視界のうち、中心視野に映像を提示するディスプレイである。
- イ. 人間の視界のうち、周辺視野に的を絞って映像を提示するディスプレイである。
- ウ. 人間の視界のうち、中心視野および周辺視野に映像を提示することで、VR空間の高い写実性を表現するディスプレイである。
- エ. 人間の視界のうち、中心視野および周辺視野に映像を提示することで、VR空間への高い没入感が得られるディスプレイである。
- オ. 人間の視界のうち、周辺視野に映像を提示しないことで、VR空間への高い没入感が得られるディスプレイである。

(2) 没入型ディスプレイのうち多面体スクリーン方式について間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が一致していると、スクリーン同士の継ぎ目部分で直線が直線に見える。
- イ. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が一致していないと、スクリーン同士の継ぎ目部分で直線が折れ曲がって見えるため違和感が出やすい。
- ウ. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が多少ずれていても、大型のスクリーンであればそれなりに違和感なく映像が見える。
- エ. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置は厳密に一致していなければならない、少しでもそこから外れると鑑賞に堪えない。そのためどんな大型スクリーンで構成されていても、一人でしか使用できない。
- オ. 矩形スクリーンで構成されている場合、映像をレンダリングするには、OpenGLなどの平面スクリーン用のライブラリで生成した映像を直接投影すれば良い。



(3) 没入型ディスプレイのうち曲面スクリーン方式について正しいものはどれか。

【解答群】

- ア. 曲面スクリーン方式は、プロジェクタの映像がゆがむため、テクスチャマッピング等の処理で投影映像をあらかじめひずませておく必要がある。
- イ. 曲面スクリーン方式は視野角が大きくなると一体成形するのが困難なため、いくつかに分割して製作する。しかしプロジェクタは1台でも非常に高精細な映像を提示することが出来る。
- ウ. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置がずれていても、直線の映像は直線のまま提示されるので、多面体ディスプレイよりも正確な映像提示が出来る。
- エ. 映像をレンダリングする際にひずみ補正を行うため、補正前の原画像生成の時点ではユーザの視点の位置姿勢は全く考慮しなくても正確な映像提示が出来る。
- オ. 曲面スクリーン方式ではスクリーンをいくつかに分割して製作し、複数のプロジェクタを使って映像を投影する場合、投影映像の重なりについては全く考慮しなくてもいいのが利点である。

(4) 没入型ディスプレイについて間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も液晶シャッター方式の立体視は可能である。
- イ. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も偏光スクリーン方式の立体視は可能である。
- ウ. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も立体視をするときは頭の位置及び姿勢データが必要である。
- エ. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も裸眼の立体映像提示は極めて困難である。
- オ. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も、映像ソース、スクリーンと眼球の距離が離れているので、メガネを使用して光学的にそれらの距離を調整しないと映像がぼやけてしまい、立体映像提示は難しい。

(5) 没入型ディスプレイについて正しいものはどれか。

【解答群】

- ア. 没入型ディスプレイは、プロジェクタとスクリーンを使うのでスペースに無駄がなく、とてもコンパクトな映像提示が出来る。
- イ. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の時間的ずれは、考慮しなくても全く問題ない。
- ウ. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の空間的ずれを極力小さくするだけで自然に見える。
- エ. 没入型ディスプレイは、プロジェクタとスクリーンを使うので画面が大きくなっても高解像度である。
- オ. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の空間的・時間的ずれを、極力小さくする必要がある。

## 第10問

以下は、人間の身体各部の位置を計測するモーションキャプチャに関する問題である。( )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 空間内での位置情報から人体の姿勢情報を得るモーションキャプチャが近年利用されている。( a ) センサを用いたシステムでは、( a ) が計測対象まで到達する時間や、そこから反射して戻ってくるまでの時間に基づいて距離を計測する。複数のセンサから得られる距離情報から3次元空間内での位置情報を算出し、( b ) を用いて関節の角度情報へと変換する。

### 【aの解答群】

ア. 磁気      イ. 紫外線      ウ. 圧力      エ. 低周波音      オ. 超音波

### 【bの解答群】

ア. デコーダ      イ. 人体モデル      ウ. 形状モデル      エ. 環境モデル      オ. 運動モデル

- (2) 磁気式モーションキャプチャでは、 $X \cdot Y \cdot Z$  軸それぞれに対応した( c ) を作り、その中を移動するコイルに発生する( d ) を計測することで、位置及び角度情報を得ることができる。しかし、( c ) を利用しているため、周囲の( e ) による影響が避けられず、設置場所を工夫する必要がある。

### 【cの解答群】

ア. センサ      イ. 磁場      ウ. 座標系      エ. 視界      オ. シールド

### 【dの解答群】

ア. 圧力      イ. 熱量      ウ. 誘導起電力      エ. 歪み      オ. 電磁力

### 【eの解答群】

ア. 明るさ      イ. 温度      ウ. 湿度      エ. 騒音      オ. 金属

## 第11問

以下は、カメラを使った光学式モーションキャプチャに関する問題である。( )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) カメラを使った光学式モーションキャプチャでは、計測対象部分に複数の ( a ) を配置し、その位置を計測することで体全体の動きを獲得する。( a ) には、カメラに取り付けられた赤外線照明光を再帰性反射素材によって反射する ( b ) が多く用いられている。( a ) を2台以上のカメラで捉え、( c ) の原理に基づいて距離を算出する。一方、カメラを使った光学式モーションキャプチャでも ( a ) を用いずに計測を行う方法も実用化されつつあり、( d ) による姿勢推定が行われる。

### 【aの解答群】

ア. カメラ      イ. 光源      ウ. フレーム      エ. マーカ      オ. センサ

### 【bの解答群】

ア. 再帰型      イ. パッシブ型      ウ. 赤外照明型      エ. アクティブ型      オ. 画像処理型

### 【cの解答群】

ア. フェルマー      イ. 位置計測      ウ. アルキメデス      エ. 放射光      オ. 三角測量

### 【dの解答群】

ア. カラーキー      イ. 赤外線      ウ. 画像特徴量      エ. レーザー光      オ. 超音波

- (2) 光学式モーションキャプチャの特徴に関して、正しいものはどれか。

### 【解答群】

- ア. 計測対象部分の隠れに強い。
- イ. 一般的なカメラを用いたシステムでも100Hz程度の計測が可能である。
- ウ. 映像は情報量が豊富なので、カメラが2台あればどんな動きでも計測できる。
- エ. 高性能なカメラを用いることで計測精度や速度を改善することができる。
- オ. 被験者の体に何も装着しない状態でのモーションキャプチャは不可能である。

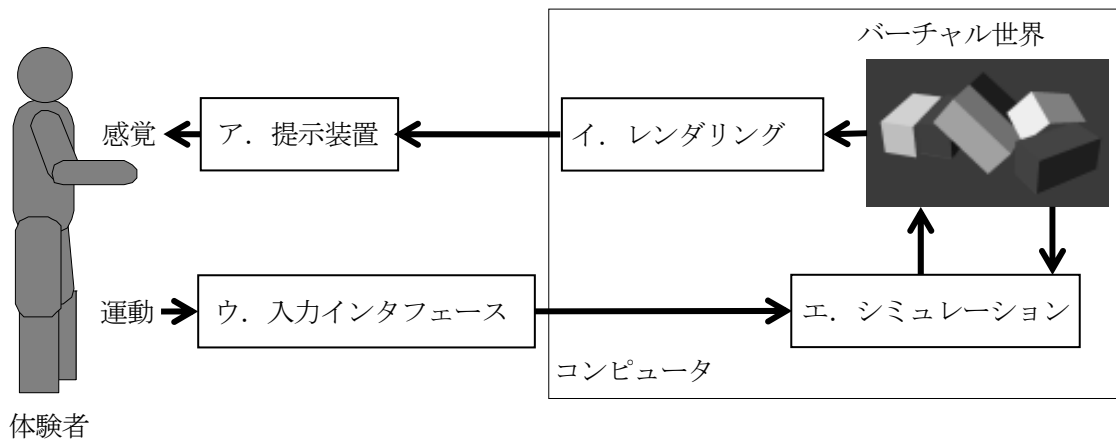
第12問

(1) バーチャルリアリティについての説明として最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティでは、人の感覚では捉えられない波長の光や音までも再現することで、高度な臨場感を実現している。
- イ. バーチャルリアリティで大規模なモデルを提示する場合、レンダリングの範囲や品質を制限することで提示のリアルタイム性を確保する。
- ウ. バーチャルリアリティでは、確立された自然科学の法則だけがシミュレーションされる。

(2)下の図はバーチャルリアリティシステムの構成を説明したものである。



次の(a)~(d)の装置やアルゴリズム(algorithm), モデルが, 上の図のア~エのどの部分に用いられるかについて, ア~エから適切なものを選び, 記号で答えよ. ただし, 複数に当てはまるものもある.

- (a) 液晶モニタ    (b) 力覚インターフェース    (c) 有限要素モデル    (d) テクスチャ(texture)

第13問

以下は, 3次元音空間の聴覚レンダリングとモデルに関する問題である. (1)~(4)の問いに最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ.

(1) 音像定位は, 音源から耳までの音波の伝搬現象によって決定される. この伝搬現象は, 音源から頭部近傍までの伝搬特性を表す ( a ) 伝達関数と, 頭部近傍での, 耳介, 頭部, 胴体等の反射や回折, 共振などの物理現象を表す ( b ) 伝達関数との従属接続による伝達関数として考えることができる.

【aの解答群】

- ア. 室    イ. 反射    ウ. 回折    エ. 自由空間    オ. 残響

【bの解答群】

ア. 鼓膜      イ. 近傍      ウ. 耳介      エ. 聴覚      オ. 頭部

- (2) 音の伝搬速度を一定とすると，自由音場では音源から受聴位置までの距離に応じた（ c ）と（ d ）をレンダリングする必要がある。

【cの解答群】

ア. 遅延      イ. 早さ      ウ. 温度      エ. 周波数      オ. 反射

【dの解答群】

ア. 反射      イ. メロディ      ウ. 早さ      エ. 減衰      オ. 低周波数

- (3) 反射音のレンダリングモデルとして間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 幾何音響理論は，回折等音の波動的振る舞いを全て含む厳密的な理論である。
- イ. 虚像法の計算は，計算に際し反射の次数をあらかじめ決定しておく必要がある。
- ウ. 虚像法では，反射の次数に対して指数関数的に計算量が増加する。
- エ. 音線法では，ある受音点近傍を通過する音における計算を結果として扱う。
- オ. 幾何音響理論では，高周波数の精度が比較的高い。

- (4) 音響レンダリングモデルについて間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 回折現象の周波数特性は，低域通過型である。
- イ. 後部残響音では，反射波の密度が上昇するため到来する波面の方向性が弱まる。
- ウ. 音源や聴取点が移動する場合には，ドブラ効果(Doppler effect)をレンダリングするのが望ましい。
- エ. 音響レンダリングをリアルタイムで実現するには，現在でも，専用のハードウェアを用意する必要がある。
- オ. 初期反射音と後部残響音が別々にレンダリングされた場合には，聴覚上違和感がないように接続する必要がある。

## 第 14 問

以下は、3次元物体の視覚レンダリングに関する問題である。( ) に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 3次元物体のレンダリングでは、まず、( a ) 処理により、3次元図形を2次元スクリーン(screen)上の図形へと変換する。写実的な画像を生成するためには、( b ) が多く用いられる。( b ) では、視点から遠い物体ほど小さく表示され、実際の見え方と一致した結果を得ることができる。

### 【aの解答群】

ア. マッピング      イ. 投影      ウ. 回転      エ. 変換      オ. 逆変換

### 【bの解答群】

ア. 透視変換      イ. 視野変換      ウ. 平行投影      エ. 投影変換      オ. 斜投影

- (2) 視点から見えない面を除去する処理を陰面消去という。陰面消去を行う方法のうち、( c ) 法はハードウェア化が容易であり、高速処理が可能であるため、広く普及している。( c ) 法では、スクリーンの各画素について、視点からの奥行きに相当する( d ) を記憶する領域を用意する。そして、3次元物体を描画する際には、画素ごとに( d ) を計算し、その値が記憶されている値より小さければ描画処理を行う。

### 【cの解答群】

ア. Z ソート (Z sort)      イ. レイトレーシング (ray tracing)  
ウ. Z バッファ (Z buffer)      エ. ダブルバッファ (double buffer)  
オ. P バッファ (P buffer)

### 【dの解答群】

ア. 面積      イ. レイ (ray)      ウ. Z 値      エ. W 値      オ. P 値

- (3) 物体表面の輝度計算において代表的に用いられているモデルでは、物体表面の輝度を( e ), ( f ), ( g ) なる三つの成分に分けて計算する。( e ) は、物体表面の反射率が視点や光源の方向によらず一定と仮定した場合の反射光であり、( f ) は金属表面のように、視点や光源の位置によって輝度が増減する指向性のある反射光を表す。( g ) を厳密に求めるためには、高度かつ高コスト(cost)な計算が必要となるため、多くの場合、定数値とした近似表現が行われる。

### 【e, f, gの解答群】

ア. 拡散反射光成分      イ. 鏡面反射光成分      ウ. 環境光成分      エ. 透過光成分