

アプリケーションコース試験

実施日	◆ 2017年12月16日(土)
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 吹田キャンパス

★ 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. 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1つだけ塗りつぶして下さい。複数の記号を塗りつぶすと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てください。
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。

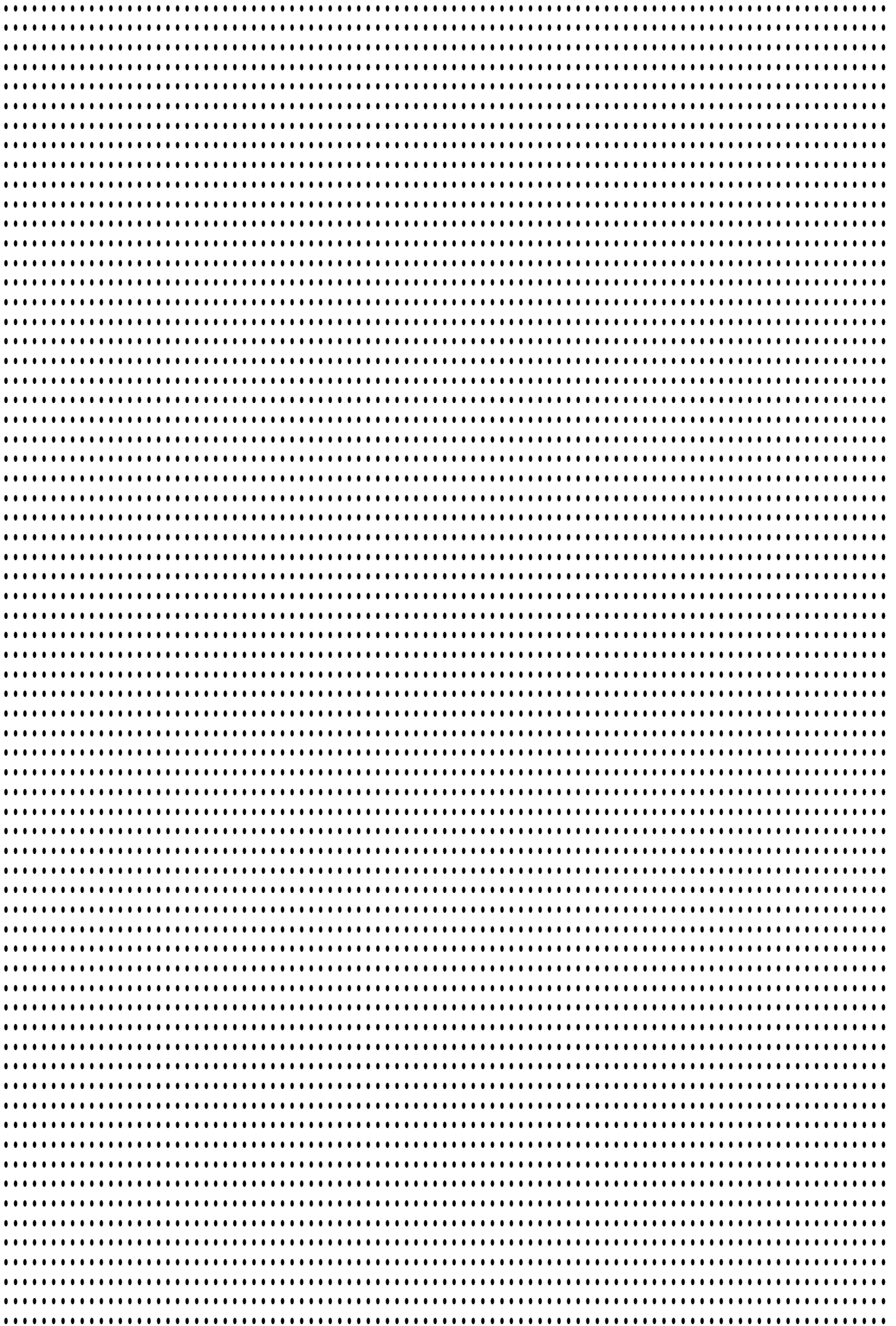
《 退席時の注意事項 》

- 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、着席したままお持ち下さい。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1月下旬に、当学会ホームページ (<http://www.vrsj.org>) 上で発表します。
- 1月下旬に受験者全員に合否通知(メール)を、合格者に認定証(郵送)を発送します。

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 E-MAIL office@vrsj.org



第1問

以下は、複合現実感 (Mixed reality: MR) 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。

(a) 複合現実感とは、VR (Virtual Reality) 環境と (1) を融合する概念である。

【1の解答群】

- ア. 拡張現実 (Augmented Reality : AR) イ. ネットワーク (network) 環境
ウ. 情報社会 エ. 現実環境 オ. 拡張 VR

(b) 幾何学的レジストレーション (registration) は、現実世界の中に定義された3次元世界座標系から撮像系の3次元座標系へのビューイング (viewing) 変換と撮像系内の (2) 変換の二つの変換を用いて、VR世界の3次元座標値を2次元座標値に変換することにより実現される。

【2の解答群】

- ア. モデリング (modeling) イ. 写像 ウ. 投影 エ. 内部
オ. トラッキング (tracking)

(c) ヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display : HMD) ベース (base) の拡張現実システム (system) に関する説明として間違っているものは (3) である。

【3の解答群】

- ア. HMD は、一般に低解像・広視野と高解像・狭視野のトレードオフ (trade-off) が生じる。
イ. 網膜投影ディスプレイ (display) は、水晶体の屈折力を用いないため視距離によらず鮮明な映像を観察できる利点があり、屋内用途に向く。
ウ. 一般に HMD では像面がすべて同一の視距離に固定され、実世界の奥行きに合わせて提示距離を変更することはできない。
エ. 屋外での行動支援をする場合、視野角を犠牲にしても、周辺視野を閉塞しないことが望ましい。
オ. 遮蔽矛盾 (occlusion inconsistency) は、HMD において解決すべき問題である。

第2問

以下は、ウェアラブルコンピュータ (Wearable computer) 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。

- (a) ウェアラブルコンピュータとは、服のように常時身に着けて使用できる計算機のことである。ウェアラブルコンピュータの特徴として Steve Mann は、恒常性、(4), 介在性の三つを指摘している。これらの特徴からも明らかなように、ウェアラブルコンピュータはユーザ (user) の (5) での活動との親和性に重点が置かれる。

【4の解答群】

ア. 増幅性 イ. 機能性 ウ. 親和性 エ. 空間性 オ. 利便性

【5の解答群】

ア. AR 環境 イ. VR 環境 ウ. 現実環境 エ. 情報社会 オ. 屋外

- (b) ウェアラブルコンピュータ初のテキスト (text) 入力方法の代表格は、Twiddler という名称で有名な (6) キーボード (key board) である。親指以外の4本の各指には3個ずつキーが割り当てられており、キーを2個同時に押すことでその組み合わせに応じた文字を入力できる。

【6の解答群】

ア. フリック (flick) イ. 親指シフト (shift) ウ. ソフト (soft)
エ. 片手コード (chord) オ. QWERTY

- (c) コンテキスト (context) 認識技術に関する説明として間違っているものは (7) である。

【7の解答群】

- ア. ユーザのコンテキスト認識は、ユーザビリティの高いウェアラブルインターフェースを構築するのに必要不可欠である。
- イ. 位置を計測・認知するための技術として、AR マーカ (marker) や自然特徴点などを用いた画像の幾何学的位置合わせや認識手法がある。
- ウ. 位置を計測するために用いられる GPS (Global Positioning Service) の利点としては、伝達遅延やマルチパスなどの精度への影響が小さいことがあげられる。
- エ. 位置と向き以外に観測・推定可能でコンテキスト認識に有用な情報の一つに、メール (mail) 履歴がある。
- オ. ウェアラブル AR・MR システムにおいては、実世界と提示情報 (VR 物体など) との幾何学的・光学的・時間的整合性以上に意味的な整合性が必要とされる。

第3問

以下は、ユビキタスコンピューティング (ubiquitous computer) 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。

- (a) ユビキタス環境を構築するためには、身の回りのあらゆる場所やモノの状況をセンシング (sensing) し、伝達する近距離無線通信技術によるインフラ (infrastructure) の整備が必要となってくる。このような領域を扱う無線ネットワーク (network) を無線 PAN (Personal Area Network) と呼び、それに実空間をセンシングする機能を付与し、協調して情報を収集するシステムを (8) とよぶ。

【8の解答群】

- ア. トラッキングシステム イ. Bluetooth ウ. ZigBee エ. UBM (Ultra Wild Band)
オ. センサネットワーク

- (b) センシングに必要なセンサノード (sensor node) のバッテリー (battery) 問題に関して、センサノードをデータ (data) 通信時以外は休止させるために、近隣のノード間で動作タイミングを順番に管理する (9) や、早いもの勝ちで管理する (10) を扱った方式がある。

【9, 10の解答群】

- ア. TDMA (Time Division Multiple Access)
イ. DV-Hop (Distance Vector-Hop)
ウ. FIFO (First In, First Out)
エ. CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
オ. IEEE 802.15 ワーキンググループ (working group)

第4問

以下は、トラッキングと可視光通信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。

- (a) 一般に、カメラ (camera) を用いる拡張現実システムにおいて、カメラの (11) をリアルタイムに計測することをトラッキングと呼ぶ。トラッキングは、例えば屋内に設置したカメラで撮像系に取り付けたマーカ位置を検出するような (12) 方式と、慣性センサを撮像系に取り付けて自身の位置を検出するような (13) 方式、およびそれらのハイブリッド (hybrid) 方式に分けられる。近年は、撮像系のカメラ自体を用いるカメラ方式が主流である。近年はさらに (14) などの特殊なカメラを用いてより高精度なトラッキングを実現できるようになりつつある。また、通常のRGB画像に対して (15) を用いてマーカレス (markerless) で直接被写体の動きを計測するような手法も開発されつつある。

【11の解答群】

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ア. 内部パラメータ (intrinsic parameters) | イ. 外部パラメータ (extrinsic parameters) |
| ウ. 画像歪み (image distortion) | エ. 画角 (field of view) |

【12, 13の解答群】

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| ア. インサイドアウト (inside out) | イ. ボトムアップ (bottom up) |
| ウ. アウトサイドイン (outside in) | エ. トップダウン (top down) |

【14の解答群】

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ア. サーマルカメラ (thermal camera) | イ. デプスカメラ (depth camera) |
| ウ. 紫外線カメラ (ultraviolet camera) | エ. 微速度カメラ (low-speed camera) |

【15の解答群】

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| ア. マーチングキューブ (marching cubes) | イ. ディープラーニング (deep learning) |
| ウ. ブロブ解析 (blob detection) | エ. 再投影 (re-projection) |

- (b) 可視光通信とは、可視光域の光（波長：（ 16 ））を用いて人間には知覚できない方式で情報伝達する通信方式のことであり、近年の（ 17 ）技術の進歩に従い実用化が近づきつつある。可視光通信は（ 18 ）、（ 19 ）、などの利点があり、生活空間における様々な応用が期待されている。一般に、可視光通信ではベースバンド（baseband）信号より高周波で変調させたサブキャリア（subcarrier）信号を用い、具体的には周波数変調や位相変調、（ 20 ）変調などが用いられる。

【16の解答群】

- ア. 280nm～780nm イ. 380nm～780nm ウ. 280nm～880nm エ. 380nm～880nm

【17の解答群】

- ア. 白熱電球（incandescent light bulb） イ. 蛍光灯（fluorescent lamp）
ウ. 発光ダイオード（LED） エ. レーザ（laser）

【18, 19の解答群（順不同）】

- ア. 周囲の電子機器に影響を与えない イ. 壁や建物を貫通して利用できる
ウ. 環境に影響を受けずどこでも利用できる エ. あらゆる照明が固有の情報を発信できる

【20の解答群】

- ア. フーリエ（Fourier） イ. CSMA/CD ウ. モデム（modem） エ. パルス（pulse）

第5問

以下は、テレイグジスタンス (telexistence) に関する問題である。(a)~(d)の問いに答えよ。

(a) テレオペレーション (teleoperation) に関する次の説明のうち最も適切なものは (21) である。

【21 の解答群】

- ア. マスター・スレーブ・マニピュレーション (master-slave manipulation) では、人間の操縦する側をスレーブ、作業する側をマスターと呼ぶ。
- イ. バイラテラル (bilateral) とは、マスターからスレーブに運動指令が伝わるとともに、スレーブからマスターに力の感覚が戻ってくるという意味である。
- ウ. 力逆送型 (force reflecting type) ではスレーブ・マニピュレータに配した力センサが検出する外力を人間にフィードバック (feedback) するため、スレーブ側の慣性と粘性が感じられる。
- エ. 力帰還型 (force feedback type) の方式では、マスター側にもスレーブ側にも力センサを取り付け、力に関してはマスターの力センサを参照してスレーブの力を制御する。
- オ. 操作する人間にも感じられる装置の慣性や粘性を極力へらした状態を実現するために有望な方式が、対称型 (symmetry type) である。

(b) テレイグジスタンスについて書かれた文章である。() に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

1950 年代までは主にマスター・スレーブ・マニピュレータ (manipulator) を中心に研究が行われていたが、これはマニピュレータの手の部分だけが遠方で仕事をするという限られた状況に限定されている。これに対し、1960 年代には、操作者の身体を甲羅や鎧状のロボット (robot) で覆い、人間の動作を計測しながら力を増強し、身体全体で制御作業を行う (22) 人力増幅機の研究が行われた。また 1970 年代になると、人間がコンピュータ (computer) を介して、ロボットの動作のプランニング (planning) や監視を行いながら、ロボットの自律機能がうまく働かないところでは人間が手助けを行う (23) 方式に関する研究が行われるようになった。

【22, 23 の解答群】

- ア. アウタースケルトン (outer skeleton) イ. エグゾスケルトン (exoskeleton)
- ウ. 管理制御 エ. 自律制御 オ. 遠隔臨場制御

- (c) 一般に波面記録再生方式によるトレイグジスタンスの実現は困難である。その理由として適切でないものは (24) である。

【24の解答群】

- ア. 実物大の環境再構成を実現しようとする、装置が非常に大きくなるから。
- イ. ホログラフィ (holography) では、実時間の情報の記録・再生が現在の技術ではできないから。
- ウ. 人間の近くの物体の記録・再生を3次元かつ実物大で実時間インタラクティブ (interactive) に行うことが技術的に困難であるから。
- エ. オペレータの手と表示したロボットの手が干渉してしまい、自分がロボットの中にいるかのような状態が実現しがたいから。
- オ. 視覚において、そもそも波面の記録自体が技術的に困難であるから。

- (d) 拡張型トレイグジスタンスに関する次の説明のうち最も適切なものは (25) である

【25の解答群】

- ア. マイクロ (micro) テレイグジスタンスの応用について、マイクロ世界をそのまま拡大することで作業を遂行しやすくなる。
- イ. 異型のいろいろの形状のロボットにトレイグジスタンスをするためのマスターシステムとして、それぞれの形状に合わせたものを利用する場合、ソフトウェア (software) の工夫が必要であるが汎用性に富む。
- ウ. 感覚を拡張するトレイグジスタンスの応用例として、X線をとらえるセンサをロボットにとりつけ人間に提示することで、危険な状況を避けながら作業を行うことがあげられる。
- エ. 一対多の拡張トレイグジスタンスの利用法の一つに、管理制御された複数のロボットのうち一台だけを順番にトレイグジスタンスする手法がある。
- オ. 火星にロボットを配置した場合などに問題となる時間遅れは、1s程度では直接の制御に対して問題にならない。

第6問

以下は、臨場感コミュニケーション（communication）に関する問題である。（a）～（d）の問いに答えよ。

- (a) 臨場感の構成要素に関する記述である。（ ）に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

人が感じる臨場感を、空間要素、時間要素、（ 26 ）に分解し、さらにこれらの構成要素を細分化することで、実体が明確になると考えられる。

【26の解答群】

カ. 物質要素 イ. 環境要素 ウ. インタラクティブ要素 エ. 他者要素 オ. 身体要素

- (b) 3次元映像技術に関する記述である。（ ）に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

バーチャルリアリティシステムでは、左右の目からみたそれぞれの映像を取得・再生する2眼式が多く用いられるが、この方式では主に（ 27 ）に依存している。

【27の解答群】

ア. 運動視差 イ. 調節 ウ. 垂直方向の奥行き手がかり エ. 遮蔽 オ. 両眼視差

- (c) 臨場感コミュニケーションシステムに関する次の説明のうち間違っているものは（ 28 ）である。

【28の解答群】

- ア. ビデオ（video）会議システムでは身振り手振りが使えるので、遠隔地にある対象物を容易に指し示すことができる。
- イ. 人々の対話において、お互いが作業空間内のどこをみているかと言うことに気がつくことをゲイズアウェアネス（gaze awareness）と言い、次世代のビデオ会議システムではこれが支援されることが好ましい。
- ウ. テレイマージョン（tele-immersion）は遠隔地間で3次元空間そのものを共有する、没入感の高いコミュニケーションの実現を目指しており、ビデオアバタ（video avatar）技術などが注目されている。
- エ. 文字や絵を共有できるコミュニケーションシステムでは、単に描画結果が見えれば良いのではなく、その生成過程が共有できることが重要である。
- オ. 知覚の恒常性は人間が遠近感をもつ手がかりとなっている。

- (d) ロボットコミュニケーションに関する記述である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

ロボットをコミュニケーションメディア (communication media) として利用する利点のひとつに、ロボットを通じた (29) があげられる。これに基づいて、早めに自分の行動を準備することによって、円滑な相互行為が可能となる。

【29の解答群】

- ア. 情感表現 イ. ジェスチャ (gesture) 表現 ウ. 予期動作表現
エ. 視覚情報表現 オ. 空間情報表現

第7問

以下は、トレイグジスタンスと臨場感コミュニケーション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。

- (a) 標準型トレイグジスタンスに対する拡張型トレイグジスタンスの違いとして正しくないものは (30) である

【30の解答群】

- ア. VR 技術を介した情報支援の付随.
- イ. ロボットの大型化・小型化によるスケール (scale) 変換.
- ウ. AR 技術等を用いた赤外線映像化などの感覚の拡張.
- エ. 一時的な記録・再生を用いた早回しやスロー (slow) 再生による時間方向への拡張.
- オ. 動いても疲れず、思い通りに空も飛べるようになる.

- (b) 標準型トレイグジスタンスのロボットが等身大のヒト型であることの目的でないものは (31) である.

【31の解答群】

- ア. 普段ヒトが出入りする空間に入り込むため.
- イ. 普段ヒトが行っている作業を同様に行うため.
- ウ. 普段ヒトが見ている環境を再現するため.
- エ. 普段ヒトが実行しているスキルを再現するため.
- オ. 普段ヒトが見られている姿を再現するため.

- (c) テレイグジスタンスにおいて作業環境を改善しようとして行う工夫であっても、操縦者が普段の行動で身につけているスキル (skill) を直観的に再現するためには (32) のようにしてしまうことは間違いである.

【32の解答群】

- ア. 通信の時間遅れを小さくするために有線ケーブル (cable) を使う.
- イ. 手先作業の滑らかな実現のために人間よりも関節数の多いロボットアームを使う.
- ウ. 力覚フィードバックにオン (on)・オフ (off) 機能を付ける.
- エ. 作業領域を見やすくするためにカメラに自動手ぶれ補正機能を付ける.
- オ. 作業領域を見やすくするために両眼カメラの幅をせまくして、狭い領域の視覚的情報量を向上させる.

- (d) 操縦者の1/4スケールのロボットへのテレイグジスタンスを想定する。操縦者にとっては(33)
のように感じるようになる。

【33の解答群】

- ア. 世界の重力が1/4Gになったように感じる。
- イ. 世界の重力が1/2Gになったように感じる。
- ウ. 世界の重力が2Gになったように感じる。
- エ. 世界の重力が4Gになったように感じる。
- オ. 世界の動きに特段の変化はなく、ただ周囲のものが大きくなったように感じる。

- (e) 操縦者の手先の動きの4倍速で動く手先を持つロボットへのテレイグジスタンスを想定する。操縦者にとっては(34)のように感じるようになる。

【34の解答群】

- ア. 腕の質量が1/4倍になったように感じる。
- イ. 腕の質量が1/2倍になったように感じる。
- ウ. 腕の質量が2倍になったように感じる。
- エ. 腕の質量が4倍になったように感じる。
- オ. 腕の重さに特段の変化はないが、腕の長さが伸びたように感じる。

- (f) 「自己所有感」について。以下の説明で正しくないものは(35)である。

【35の解答群】

- ア. リアリティ (reality) の一部としての自己像形成にまつわる感覚である。
- イ. 自己と外界を隔てる空間の自他分離に関係し、「その手は私のものだ」のように表現される。
- ウ. 学術的にはラバーハンドイリュージョン (rubber hand illusion) という錯覚現象において説明されている。
- エ. 視覚や触覚などのマルチモーダル (multimodal) な事象同時性によって強く認識され、特に皮膚触覚に強く支配される。
- オ. 自己主体感を伴わないものに対しては生じない。

(g) 「自己主体感」について、以下の説明で正しくないものは (36) である。

【36の解答群】

- ア. リアリティの一部としての自己像形成にまつわる感覚である。
- イ. 自己運動と他者運動を隔てる運動の自他分離に関係し、「その動きは私が動かしている」のように表現される。
- ウ. 道具やマウスカーソル (mouse cursor) の様に身体とは明らかに異なるものの動きに対しても生じる。
- エ. 運動を伴わないものに対しては生じない。
- オ. 自己所有感を伴わないものに対しては生じない。

(h) 「臨場感」について、以下の説明で正しくないものは (37) である。

【37の解答群】

- ア. リアリティの一部としての世界像形成にまつわる感覚である。
- イ. 「今、その場に(私が)臨んでいる」という感覚として表現される。
- ウ. 感覚情報の遅れや誤りを補正する予測情報処理に関係しており、「予測と実測の差」としての違和感の検出によって損なわれる。
- エ. 異なる感覚間(マルチモーダル)の関係性によって強く認識される。
- オ. 運動を伴わない時には生じない。

(i) 「存在感」について、以下の説明で正しくないものは (38) である。

【38の解答群】

- ア. リアリティの一部としての世界像形成にまつわる感覚である。
- イ. 「今、そこに対象が存在している」という感覚として表現される。
- ウ. 感覚情報の遅れや誤りを補正する予測情報処理に関係しており、「予測と実測の差」としての違和感の検出によって損なわれる。
- エ. 異なる感覚間(マルチモーダル)の関係性によって強く認識される。
- オ. 「今見ていない対象」に対しては生じない。このためにテレビ会議の遠隔映像では中の人の存在感がしばしば失われる。

第8問

以下は、VR コンテンツ (contents) を構成する要素に関する問題である。VR コンテンツにより提供される世界はそれぞれのアプリケーション (application) に依存し、時間的、空間的に現実世界との同一性を確保するかどうかによって、いくつかのパターン (pattern) に分類される。(a)~(e)に示すそれぞれのアプリケーションの時間的・空間的同一性に関して、最も適するものを解答群から選び、それぞれ記号で答えよ。なお、選択肢は複数回利用しても良い。

- (a) 過去に存在した現実世界を再現・模擬したアプリケーション： (39)
- (b) 現代の現実世界を模擬したアプリケーション： (40)
- (c) 現実には存在しない架空の世界を扱うアプリケーション： (41)
- (d) 現代ではあるが別の場所にある現実世界を模擬したアプリケーション： (42)
- (e) リアルタイム (real time) の対人インタラクション (interaction) を架空の舞台で行うアプリケーション： (43)

【39~43の解答群】

- ア. 時間的・空間的ともに同一性あり
- イ. 時間的にのみ同一性あり
- ウ. 空間的にのみ同一性あり
- エ. 時間的・空間的ともに同一性なし

第9問

以下は、デジタルアーカイブ (digital archives) およびミュージアム (museum) (博物館や美術館など) と VR 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。

(a) 以下はデジタルアーカイブに関する記述である。間違っているものは (44) である。

【44の解答群】

- ア. デジタルアーカイブの対象となる文化財には、演劇や音楽など形のないものも含まれる。
- イ. デジタルアーカイブによって、文化財の劣化や破損のリスク (risk) を低減させることができるのは、オリジナル (original) に直接アクセス (access) する頻度を減らすことができるからである。
- ウ. デジタルアーカイブは、単一の手法によってデジタル化した文化財を、あらゆる用途に展開できることが特徴である。
- エ. デジタルアーカイブによってデジタル化された文化財は、VR 空間の中で体験することができる。
- オ. 文化財の触覚を再現するためには、対象となる文化財から触覚再現に必要な情報を安全に記録する必要がある。

(b) 以下は文化財のモデル (model) 化に関する記述である。間違っているものは (45) である。

【45の解答群】

- ア. 文化財のモデル化では、正確性が重要視されるため、ノイズ (noise) や誤差が大きい計測を用いる代わりに、CAD ソフトウェア (Computer Aided Design software) などを用いて手作業でモデリングを行う必要がある。
- イ. 3次元スキャナ (scanner) は対象の表面形状を測定することができるが、対象の大きさや材質、計測環境に応じてさまざまな装置や手法が開発されている。
- ウ. 人物の動きなどを正確に記録する必要がある場合は、モーションキャプチャシステム (motion capture system) が用いられる。
- エ. 対象となる文化財がすでに無い場合でも、考古学的検証に基づきモデル化を行う事は可能である。
- オ. 文化財のモデル化では、3次元スキャナとデジタルスチルカメラ (digital still camera) を併用しても良い。

(c) 以下はミュージアムと VR に関する記述である。間違っているものは (46) である。

【46 の解答群】

- ア. ミュージアム展示を目的とした VR コンテンツでは、その正確性が重要であるため、その分野における適切な専門家を監修者に入れるべきである。
- イ. VR の自律性、対話性、没入感といった特性を最大限活かすため、ミュージアム展示でも CAVE (没入型多面ディスプレイ装置) や HMD など、個人で没入して体験できる装置を積極的に活用すべきである。
- ウ. 公共性の高いミュージアムでは、VR を使った展示であっても来館者に対してなるべく均等に体験の機会を提供できるように配慮することも大切である。
- エ. MR (Mixed Reality) 技術を使うと、展示されている実物の文化財を中心に、その場で文化財の背景情報を体験することができると期待される。
- オ. ミュージアム展示用の VR システムでは、メンテナンス (maintenance) や運用がしやすいことも重要な要素である。

第10問

以下は、VR コンテンツ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。

(a) 以下の文章において、A~Cに入る言葉の組み合わせは（ 47 ）、D~Fに入る言葉の組み合わせは（ 48 ）である。

VRはCreation, Control, Communicationの3CとElucidation, Education, Entertainmentの3Eのための道具である。Creationの例としては（ A ）、Controlとしては（ B ）、Communicationとしては（ C ）などが挙げられる。また、Elucidation, Education, Entertainmentの例としてはそれぞれ（ D ）、（ E ）、（ F ）などがある。

【47の解答群】

	A	B	C
ア.	シミュレータ (simulator)	環境制御	研究利用
イ.	デザイン (design)	超臨場感通信	アトラクション (attraction)
ウ.	教育	メタバース (metaverse)	訓練
エ.	アート	ロボット	メタバース
オ.	研究利用	ゲーム (game)	超臨場感通信

【48の解答群】

	D	E	F
ア.	科学的シミュレーション	アーカイブ	アトラクション
イ.	研究利用	アート	メタバース
ウ.	シミュレータ	超臨場感通信	ゲーム
エ.	デザイン	教育	メタバース
オ.	ロボット	環境制御	アート

(b) 以下の文章において、A~Cに入る言葉の組み合わせは（ 49 ），D~Fに入る言葉の組み合わせは（ 50 ）である。

日本国内で2016年は（ A ）と言われたが、その一因として（ B ）が挙げられる。

Playstation®の周辺機器として発売されたPlaystation® VRの販売台数は、（ C ）を突破し過去最も普及したヘッドマウントディスプレイとなった。

開発機材のコストが下がった事により（ D ）が生まれ、知見の共有や一般消費者への啓蒙活動を計るイベントなどの開催が行われている。開発手段としては（ E ）などの普及が進み、（ F ）が可能になった。

【49の解答群】

	A	B	C
ア.	VR 不況	大手メーカー（maker）の撤退	10万台
イ.	xR 元年	電波法の改正	30万台
ウ.	VR 元年	安価なヘッドマウントディスプレイの普及	100万台
エ.	VR 元年	安価なAR グラス（glass）の普及	10万台
オ.	xR 不況	投資額の減少	150万台

【50の解答群】

	D	E	F
ア.	VRベンチャー（venture）企業	VRエンジン（engine）	大手企業の参入
イ.	メタバース	VR開発キット（kit）	非プログラマによる開発
ウ.	VRスクール（school）	DCC ツール（tool）	短時間での開発
エ.	バーチャル研究室	VRコントローラ（controller）	VR空間内での作業
オ.	開発者コミュニティ （community）	ゲームエンジン	少人数での開発

第11問

以下は、エンターテインメント VR と商業 VR 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。

(a) エンターテインメント VR に関する文章の中で正しいものは（ 51 ）である。

【51 の解答群】

- ア. ホログラム タイムトラベラー（1994 年）はホログラム技術を用いた世界初のゲーム作品である
- イ. 2016 年には日本国内で初となる VR アミューズメント施設 VR ZONE がオープン（open）した。
- ウ. R-360 は 2 軸の回転機構を持つ体感ゲーム用筐体として発売された。
- エ. スター・ツアーズの体験はインタラクティブ性が高いため、エンターテインメント VR として分類される。
- オ. VR コンテンツの没入感はハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって効果が決まっているためコンテンツは何を乗せても良い。

(b) 商業 VR に関する文章の中で正しいものは（ 52 ）である。

【52 の解答群】

- ア. 2017 年現在の商業 VR は実験的なものが多く、採算を取らなくても良いため大企業によって予算が投入されやすい。
- イ. メタバースや MMORPG などの多人数コミュニケーションを主体としたものでは、利用料金は無料だがアバターの装飾品などを販売するなどのマネタイズ（monetize）形式がありうる。
- ウ. スマートフォン（smartphone）を用いた VR は簡易的なものであり、商用で利用されることは稀である。
- エ. VR ゲームは多くの家庭にある PC で容易に動作するためマネタイズがしやすい。
- オ. 大規模商業施設では多くのユーザが訪れるため、被験者に知られる事なく様々な心理的影響を計測する実験が日常的に行われている。

第12問

以下は、VR/AR の市場と VR システムの事例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。

(a) 以下の文章において、A~Cに入る言葉の組み合わせは（ 53 ）、D~Fに入る言葉の組み合わせは（ 54 ）である。

アナリスト (analyst) の予測によると 2020 年の VR/AR の市場規模は（ A ）と言われている。2017 年現在、（ B ）が 2020 年の段階では（ C ）主戦場になるという予測がある。

その理由として（ D ）の普及が挙げられる。日常使用している機器のカメラにそのまま（ E ）デバイス (device) としての機能が加わる事により急速な普及が期待でき、そこには大きな市場が生まれる。

（ E ）アプリケーション開発については iOS の（ E ）kit, Android の（ E ）Core など各社それぞれの（ F ）が用意されている。

【53の解答群】

	A	B	C
ア.	100 億円	VR 市場が AR 市場と拮抗している	VR 市場が AR 市場の倍の規模となる
イ.	200 億ドル	MR 市場が台頭している	現在は知られていない xR 市場が
ウ.	1,200 億ドル	VR 市場が AR 市場の倍の規模がある	ゲーム VR の規模が 7 倍以上に拡大し
エ.	6,000 億円	VR はまだほとんど普及していない	家庭用 VR 機器の市場が
オ.	80 億ドル	VR 市場は AR 市場よりも大きい	AR 市場の方が 3 倍以上の規模を持ち

【54の解答群】

	D	E	F
ア.	ゲーム専用機	AR	開発専用機
イ.	スマートフォン	AR	フレームワーク (framework)
ウ.	スマートフォン	VR	センサモジュール (sensoer module)
エ.	家庭用 HMD	VR	フレームワーク
オ.	ゲーミング PC	MR	ゲームエンジン

(b) 以下の文章において、A~Cに入る言葉の組み合わせは（ 55 ），D~Fに入る言葉の組み合わせは（ 56 ）である。

Unlimited Corridor は（ A ）を利用した VR システムである。体験者はヘッドマウントディスプレイを装着し、直径約 5m の円筒壁を触りながら歩行する。対して VR 空間内では（ B ）が表示されており、体験者の移動を直線運動に変換して提示する。これにより、体験者は（ C ）感覚を得て高層ビルの屋上を歩き、風船を取りに行くというコンテンツを体験する。

この VR システムにおいては高層ビルの屋上を歩行するコンテンツではなく（ D ）を提示した場合、真っ直ぐと感ずるためには（ E ）の円筒壁が必要となった。これは（ F ）がシステムの効果に影響を及ぼすということを示している。

【55の解答群】

	A	B	C
ア.	視触覚感相互作用	直線の壁	円運動をしているにも関わらず直進している様な
イ.	視覚誘導性自己運動感覚	違う素材の壁	自分の腕が伸びたような
ウ.	視触覚感相互作用	緩い上り坂	坂道を上がっているような
エ.	視覚誘導性自己運動感覚	違う素材の壁	指先が冷たいものを触っているような
オ.	運動主体感	直線の壁	激しい動揺

【56の解答群】

	D	E	F
ア.	長い直線廊下	継ぎ目のない作り	コンテンツの内容
イ.	400mトラック (track) のある陸上競技場	直径 12m	体験者の記憶
ウ.	ゲーム体験を与えるもの	直径 4m	体験者の心拍数
エ.	白い床と壁のある空間を歩行するもの	直径 12m	コンテンツの内容
オ.	白い床と壁のある空間を歩行するもの	白い外装	物理空間での色彩

第13問

以下は、製造業における VR の応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。

(a) バーチャル・マニュファクチャリング (manufacturing) / デジタル・マニュファクチャリングに関する説明として、適切ではないものは (57) である。

【57 の解答群】

- ア. バーチャル環境で製品の三次元形状を設計する。
- イ. 実環境で製品の意匠設計を行う。
- ウ. 実際の工場を再現したバーチャル工場での生産準備と生産を行う。
- エ. バーチャル環境で製品の試作や実験を行う。
- オ. 社内だけでなく協力企業とも 3 次元モデルを共有することにより業務をコンカレント (concurrent) に進める。

(b) デジタルデザイン (digital design) に関する説明として、最も適切なものは (58) である。

【58 の解答群】

- ア. モックアップ (mock up) やクレイモデル (clay model) を利用して製品の意匠設計を行う方法。
- イ. すでに存在する製品をデジタル化してアーカイブを作成する方法。
- ウ. 2 次元 CAD を利用して製品の組立図や部品図を作成する方法。
- エ. 意匠設計用ソフトウェアを使用して製品の機構解析を行う方法。
- オ. 意匠設計用ソフトウェアを使用して製品の意匠設計を行う方法。

(c) DMU (デジタルモックアップシステム) に関する説明として、最も適切なものは (59) である。

【59 の解答群】

- ア. コンピュータ画面上でバーチャル製品を組み立てることにより部品間の干渉チェック (check) やクリアランス (clearance) の検討などを行う方法。
- イ. 試作機などを利用して部品間の干渉チェックやクリアランスの検討などを行う方法。
- ウ. クレイモデルを利用して自分のイメージ (image) する製品の三次元形状を作成する方法。
- エ. 数値解析により空力特性に優れた製品を設計する方法。
- オ. 装置やシステムの操作をする人間の訓練を行う方法。

(d) デジタルマネキン (digital mannequin) に関する説明として、適切ではないものは (60) である。

【60の解答群】

- ア. 製品の操作姿勢をとらせ、手の到達範囲や筋力負荷を検討することができる。
- イ. バーチャル工場で作業者の移動時間や作業時間の検討を行うことができる。
- ウ. 人間よりも多い関節数と人間よりも大きな関節可動範囲を持つ。
- エ. 人体寸法データベース (database) からさまざまな体形バリエーション (variation) を生成することができる。
- オ. 製品の操作姿勢をとらせ、視界の検討を行うことができる。

(e) バーチャルファクトリ (factory) / デジタルファクトリに関する説明として、適切ではないものは (61) どれか。

【61の解答群】

- ア. 実際の工場を基に作られたバーチャル工場で生産活動を行い、生産に伴うさまざまな問題点を事前に発見する。
- イ. バーチャル工場では工作機械やロボットなどの三次元モデルを利用するが、作業者は含まれない。
- ウ. バーチャル工場での検討により、実際の工場での量産時には“生産の垂直立ち上げ”を目指す。
- エ. 工場内の作業者はデジタルマネキンでモデル化する。
- オ. 作業者の疲労強度に関する国際的な指標を満たした生産ラインを設計することができる。

第14問

以下は、ロボットコンテンツ（robot contents）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。

(a) ロボティクス（robotics）のコンテンツを「ロボットコンテンツ」と呼ぶ。ロボットコンテンツはロボットを実用化する上で重要な課題の一つである。以下の中からロボットコンテンツの一例として最も適するものは（ 62 ）である。

【62の解答群】

- ア. ロボットの外観を評価する目的で制作された CG 映像
- イ. 人型ロボットを主題とした映画
- ウ. 音声認識や音声合成機能を備え、画面の中のキャラクターと会話ができるゲーム
- エ. 移動装置を備え、部屋の中を自律して移動しながら内蔵した掃除機で清掃を行う装置のプログラム
- オ. 洗濯乾燥機の取扱説明書

(b) 以下は東京大学 IRT（Information and Robot Technology）研究機構が行ったロボットの社会経済波及効果測定調査に関する記述である。正しいものは（ 63 ）である。

【63の解答群】

- ア. 高齢化が現状のまま推移する場合、2005年から2025年にかけて、要支援・要介護認定者数の増加に伴い介護給付費も増加するが、ロボットの導入によって介護給付費の伸びを抑制する効果が期待できることがわかった。
- イ. ロボットを導入することは高齢者が要介護となることを予防する効果があるが、既に要介護と認定された高齢者の重度化を抑制することは期待できない。
- ウ. ロボットの導入によって人間が重労働から解放され、特に65歳以上の高齢者のゆとり時間創出に効果が期待される。調査によれば、一人あたり平均74分のゆとり時間創出効果があるとされる。
- エ. 非製造業分野全体においてロボットを導入することで、2025年には合計352万人の労働力に相当する労働力補完効果が期待できる。そのうち労働力補完効果が最も期待できる分野は医療分野であり、次いで農業分野である。
- オ. 介護ロボットは65歳以上の高齢者層に対する導入効果が期待されるが、25歳から64歳までの現役世代に対する導入効果は期待できない。

(c) 東京大学 IRT 研究機構が一般の主婦や介護職員を対象に自身が負担感を感じる作業について調査を行った結果、以下のような作業が挙げられた。この中で、回答者にとってロボットが担うのにふさわしい作業であると回答した作業だけの組み合わせとして適切なものは（ 64 ）である。

- ①要介護者のトイレ（toilet）の介護や入浴の介護
- ②食事の後片付け
- ③徘徊の引き止めや付き添い
- ④衣類やシーツ（sheet）の洗濯
- ⑤室内や水周りの清掃
- ⑥オムツ（diaper）交換・処理

【64の解答群】

- ア. ①, ③, ⑥
- イ. ②, ③, ④
- ウ. ①, ④, ⑤
- エ. ②, ④, ⑤
- オ. ①, ②, ④

(d) 以下はロボットコンテンツ産業の成長シナリオ（scenario）に関する記述である。正しいものは（ 65 ）である

【65の解答群】

- ア. ロボットには安全性が求められるため、ロボットコンテンツの開発を行う前に、政府が主導してロボットコンテンツの規格を策定する必要がある。
- イ. 家事などを行うロボットは、まだプラットフォーム（platform）が形成される前の時期であるため、しばらくは研究者がロボティクス技術とコンテンツを一体的に研究する時期が続くと考えられる。
- ウ. ゲームや携帯コンテンツを開発している人材では、利用する技術やコンテンツの内容が異なるため、ロボットコンテンツの開発を担うことはできない。
- エ. ロボットコンテンツは、作業内容や環境条件が極めて多岐にわたることになると考えられることから、開発者によって厳選された機能だけをロボットの利用者に提供するべきである。
- オ. ロボットコンテンツは社会インフラとしての側面が強いため、政府や大企業が中心となって設計を行い、認定を受けた企業のみがコンテンツの開発を行うべきである。

第15問

以下は、新しいメディア (media) 技術と社会のかかわりについての問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(a) 以下のメディアに関する記述として最も適するものは (66) である。

【66の解答群】

- ア. 絵画は洞窟の壁画にまでさかのぼることができ、写真の技術が開発された際にも壁画のような図形的な描写が得られることが求められた。
- イ. VRはテレビ (television) を経由して発展してきたメディアの新しい形態であり、視覚だけでなく体感的な表示が含まれる表現の手段である。
- ウ. 映画はテレビに遅れて写真の再現性を取り入れたものであり、リアルタイムの事象の表現には向いていないが、入念につくられた作品を提示するのに適している。
- エ. マルチメディア (multimedia) は、多数の感覚に対する情報を提示するメディアであり、VRと同じ意味で使われている。
- オ. VRの起源をさかのぼると絵画に至ることになり、そこにはVRの考え方のほぼすべてを見ることができる。

(b) 超臨場感メディアに関する記述として最も適するものは (67) である。

【67の解答群】

- ア. スーパーハイビジョン (super high-vision) はテレビが発展したものでありテレビよりも多くの情報が含まれているが、身体性については超臨場感メディアとして見た場合は不足している。
- イ. 立体テレビは従来のテレビとは全く異なるものであり、身体性も持ち合わせているメディアとして超臨場感メディアに近い位置にある。
- ウ. ウェアラブルはモバイル (mobile) 技術を発展させたものとしての特性を持っており、環境の中に置かれたコンピュータと連携して人間の身体の運動機能を拡張することに主眼が置かれている超臨場感技術の一種である。
- エ. 「超」には2つの意味があり、SuperとMesaであって、前者は高臨場感の延長、後者は不連続進化した別のものを指している。
- オ. MRは、VRとは全く異なる技術であり現実空間を変形して混ぜ合わせることによって作られる新しいリアリティで主に芸術的な超臨場感表現に向いている。

(c) バーチャルリアリティの応用に関する記述として最も適さないものは (68) である。

【68の解答群】

- ア. パブリックアート (public art) は、公共空間などにおかれた彫刻や抽象オブジェのような芸術作品であり、多くはその地域の直接的な収入源として役立っている。
- イ. デジタルパブリックアートは、パブリックアートにメディア技術を取り入れたものであり、ホワイトキューブでの展示と違い展示物には頑健性が求められる。
- ウ. 羽田空港で行われたデジタルパブリックアートは、「空気の港—テクノロジー x 空気で感じる新しい世界」と題するもので、空港内の天井や床、椅子、エスカレーター (escalater), バゲッジクレーム (baggage claim), 駅のホーム (home), 通路の時計など、さまざまな場所にアート作品が配置された。
- エ. 「空気の港」では、飛行機や鳥をモチーフ (motif) とした映像や投影がもちいられており、空港の文脈や空港のイメージ (image) との一致が図られた作品が展示されていた。
- オ. 心の豊かさに対する要求は、かつてのように物の豊かさと同列に考えられるものではなくっており、より重要ととらえられている。

(d) 博物館へのデジタル技術の応用に関する記述として最も適するものは (69) である。

【69の解答群】

- ア. デジタル技術はデータが劣化しないため、劣化するモノを中心とした従来の博物館を置き換えることができる。
- イ. 博物館では実物の保存と研究に業務の中心が置かれており、本物の維持のためには閲覧者の要望は全く考慮する必要がないため、デジタルの複製を展示しておけば十分である。
- ウ. 博物館の展示物はそのものだけで訴求力があるため、展示物の周りには一切なにも置く必要はないし説明も不要であり、デジタル技術の応用も避けるべきである。
- エ. デジタル技術は従来の展示の方針を変えなくとも、時間的な変化や内部構造を見せるなどの多様な展示を可能としている。
- オ. デジタル技術は柔軟な機能を持つが、過去の映像を実際の展示物の上に重ね合わせてその動きを見せることは現在の技術でも非常に困難である。

(e) 社会的事象へのデジタル技術の応用に関する記述として最も適するものは (70) である。

【70の解答群】

- ア. 災害時は緊迫した状況の中にあるためソーシャルメディア (Social media) などで遊んでいる人はほとんどいない。
- イ. 災害時にはインターネット (internet) 回線も寸断されるため、ほとんど役に立たないことが多く、災害に強いネットワークを国が主導で構築する必要がある。
- ウ. インターネットによるパケット (packet) 通信は、有料の回線契約によって使えるものであって、災害時には課金の仕組みも破壊されている可能性があり有効に使えるとは限らない。
- エ. 災害時に発信された SNS (Social networking service) のメッセージは更新が非常に速い情報であり現場の状況を知るのに極めて有効である。
- オ. 災害時に記録された写真などの情報は長く共有することができるため、大きな災害が起こった地域では誰もが知っているので次の災害に万全の備えができていくことが多い。

(f) 超高齢化時代におけるデジタル技術の利用に関する記述として最も適するものは (71) である。

【71の解答群】

- ア. 我国における高齢化問題に対処するためにデジタル技術を利用する方針として、元気な高齢者の知識や技能を ICT (Information and Communications Technology) によって再構成して社会に供給する可能性が検討されている。
- イ. 高齢化は世界的な現象であり、どこの国でも大きな問題となっているため他国で開発された高齢者のための多くのデジタル技術を日本でも利用することができる。
- ウ. 高齢者は十分な労働力を提供することが困難であるため、社会的な活動を行うよりできるだけ支出を多くするように心がけることによって社会の経済の循環に貢献する以外にできることは将来も少ない。
- エ. 高齢者は多くの知識を持ち合わせていることが多い上に能力も非常に均質であるため、それを集合することで複数人で若い労働者と等価な力を発揮するように ICT で支援することは比較的容易である。
- オ. 高齢者の知識を伝える方法の1つとしてライフログ (Lifelog) が有効であり、個人が見聞したことをすべてを記録しておいて若者が利用することはすでに十分に行われている。

(g) デジタル技術による知識の伝達に関する記述として最も適するものは (72) である。

【72の解答群】

- ア. 知識の伝達を行うには、有効な知識を書き残してもらうのが最も有効であり、デジタル技術はそれをいくらかでも利用しやすいように共有する手段を提供できる。
- イ. 有能な高齢者が活動してきた実績をビデオなどで記録することは容易であり、できるだけ多くの映像を残す努力がされてきたので、若年層はそれを視聴することによって容易に知識を得ることができる。
- ウ. 形式知としてまとめることが困難な知識を伝達するのは容易ではないが、ウェアラブルコンピュータによって体験が行われた状況を記録してそれに適切なインデックス (Index) を付けられれば有効な手段となる可能性が高い。
- エ. コンピュータは記録を残すのが容易であり、各人の活動の記録は電子メールや SNS からほとんどわかるため、それらをデータベースとして共有すれば社会の生産性を高めるのに非常に有効である。
- オ. 個々の組織における活動に有効な知識は、多くがインターネットに公開されているため、インターネットから暗黙知を引き出す AI (Artificial Intelligence) 技術の適用によって比較的簡単に得ることができる。

(h) デジタル技術による高齢者の知識の伝達に関する記述として最も適さないものは (73) である。

【73の解答群】

- ア. 高齢者が持っている知識としては、さまざまな経験に関するものがあり、そのほとんどは現在の若年層に有効に利用されている。
- イ. 高齢者の知識を活用するには、それらの知識を高齢者から取得し、利用しやすいように構造化した上で、実際に活用するために提供することなどが必要だが、それぞれの手続きを ICT で支援することが有効と考えられる。
- ウ. 高齢者の知識と技能を伝達するための仕組みとして高齢者クラウド (cloud) が研究されており、複数の高齢者が集まって一名のバーチャルな労働者となるような考え方の実現を目指している。
- エ. 高齢者の知識を伝える方法としてオーラルヒストリー (oral history) があるが、デジタル技術によってそのフレームワークを自動化できると考えられている。
- オ. 遠隔地間で仮想空間を共有して三次元モデルなどを同時に観察できるようにすることで、テキストや写真では伝えにくい大型の人工物などに関する知識の伝達が促進できる。

(i) テレプレゼンス (telepresence) に関する記述として最も適するものは (74) である。

【74 の解答群】

- ア. 遠隔地間のコミュニケーションにおいて、従来は遠隔地の情報をそのまま伝えることに注力していたが、現在はそのまま伝えるのではなく知的な通信によって情報にフィルタ (filter) を適用して大きく変えて提示することが主流となっている。
- イ. テレプレゼンス技術には遠隔地に存在する人を再現することが含まれるが、再現する際に非言語的コミュニケーションをより効果的に行うため本人を変形して表示した像を超現実アシスタンスと言い、対面と同様の言語コミュニケーションだけでなく非言語的力覚的效果を与えることができる。
- ウ. 遠隔会議においてはライブビデオ (live video) がよく利用されるが、相手の顔の表情を変えて怒っているように見せることによってアイデア (idea) がより出やすくなるという実験結果がある。
- エ. つまらない会議を遠隔地コミュニケーションでそのままおくことはむずかしい。つまらない雰囲気は映像と音声だけでは伝わりにくく、触覚の情報がつまらなさを伝えるには効果的と考えられている。
- オ. 遠隔の状況をそのまま伝えることが、必ずしも目的にかなっているわけではない。

以上