

VR 空間上で音を利用した星の情報提示システムの構築と検証

Development and verification of a system for presenting star information using sound in VR space

中島 彬^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Akira Nakashima^{*1}, Masato Soga^{*2}

^{*1}和歌山大学大学院システム工学研究科

^{*1}Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2}和歌山大学システム工学部

^{*2}Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s216184@wakayama-u.ac.jp

あらまし：現在、世の中には天体に関するコンテンツは多く存在する。しかし、そこで実現されている機能は星座単位などで紹介するものが多く、一つ一つの星に関する情報まで紹介しているものはあまりない。先行研究においても、音声読み上げの手法を用いて情報を表現しているが、星の色や明るさまでは提示していない。そこで、本研究では星の色・明るさを音高・音量と対応させることで表現し、迅速に情報を得ることができるシステムを構築した。評価実験では、本システムと音声読み上げシステムを用いてもらいながら問題を解いてもらい、それぞれのシステムの情報を把握するまでの速さと正確性を検証した。

キーワード：VR, 仮想プラネタリウム, 星の色と明るさ, 音量と音高

1. はじめに

本研究では、現在の天体コンテンツにおいて力が入れている視覚情報ではなく、聴覚情報を用いることで星単位の情報をわかりやすく把握できないか考えた。

聴覚情報を用いている先行研究例として、実際の夜空の下で星座学習支援を行うシステム⁽¹⁾があり、このシステム内で星座情報の音声読み上げ機能がある。しかし、この音声読み上げ機能を星座単位でなく星単位の情報の読み上げに使うと、わかりやすく情報を把握することができるかについては問題がある可能性がある。そこで、音量と音高を用いて星の情報を提示することで、直感的かつ瞬時に星の情報を把握できるのではないかと考えた。

ここまですを踏まえ、本研究では音を利用した星の情報提示システムと、先行研究⁽¹⁾で用いていた音声読み上げ機能を比較し、星の情報を把握するまでの速さと正確性を検証し、音を利用した星の情報提示の手法の有用性を検証することを目的とした。

2. システム概要

2.1 システムの構成

システムはPC本体 1台, HTC VIVE Pro EYE ヘッドセット 1台, コントローラー 1台で構成されている。



図1 HTC VIVE Pro EYE ヘッドセット(左)とコントローラー(右)

2.2 音を利用した星の情報提示システム

音を利用した星の情報提示システムとは図2のようなVR空間内の仮想プラネタリウム上で動作する。図2内に見えるコントローラーから出ている仮想レーザーの先にある球状のカーソルが星に当たると、表1, 及び, 表2のように設定した音が鳴る仕組みになっている。

表1 星の等級と音量の対応表

等級	6	5	4	3	2	1
音量	小	→				大

表2 星の色と音高の対応表

色		赤	橙	黄	黄白	白	青白	青
音高		ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ



図2 システム使用画面

3. 評価実験

本実験では、音を利用した星の情報提示システムを用いる実験群9名と、音声読み上げによる星の情報提示システムを用いる統制群9名に分けて実験を行った。

実験群の被験者には音を利用した星の情報提示システムを用いながら星の色と明るさに関するテストを解いてもらい、解き終わるまでの時間を計測した。この時間とテストの正答率を評価に用いる。テストを解き終わった後に、統制群で用いる音声読み上げによる星の情報提示システムを体験してもらい、最後にシステム利用に関するアンケートを実施した。

統制群の被験者には、実験群の被験者の手順を入れ替えて実験を行った。音声読み上げによる星の情報提示システムを用いながらテストを行った後、音を利用した星の情報提示システムを体験し、アンケートを実施するという流れである。

4. 実験結果と考察

まず、テストの回答時間の計測結果については、実験群・統制群の差の検定をウィルコクソンの順位和検定を採用して検証した。検定の結果、 $p > 0.10$ となったため、帰無仮説は保留される、つまり「平均値に差がない可能性が高い」という結果となった。ここでIQR（四分位範囲）を利用して外れ値を検出した。表3に外れ値を除いた統計量を示す。

表3 統計量

統計量	実験群	統制群
平均値	685.75	757
分散値	13449.93	2817.333
標準偏差	108.4836	49.1412

この結果から得られたこととしては、今回の実験手法をとる場合、実験群の被験者には音と星の情報の対応付けに十分に慣れてもらってから実験を行わないと、研究目的の実証は難しいと考えられるということである。

次に、テストの正誤結果を各問について分析したところ、本システムでは音高の違いで色を低い順など順番に把握することは長けているが、音量差で等級を把握することが、特に隣り合う数字の等級の星では判別しづらいものであると考えられることがわかった。

最後に、アンケート結果について分析したところ、今回のアンケート結果ではよい評価をいただいた問いが多かった。その中で得られた考察を以下に述べる。

複数の星を相対的に比較する点では本システムは有効である可能性が高いと考えられる一方で、単体の星について、音高により色を判別するのは難しい

可能性が高いと考えられる。視覚的フィードバックを求める声が多く上がっていたが、これは今回の実験は聴覚的にどれくらい星の情報の把握が行えるかを検証するためのシステム仕様にしたため、視覚情報がほぼない状態だったことから上がったものと思われる。しかし、この先の研究では視覚的フィードバックを取り入れることを考えているので、貴重な意見として参考にしたいと考えている。

すべての実験結果を踏まえた結果、星の情報を音で表現することに対しての一定の評価を得ることはできた。しかし、複数の星の相対的比較では、本システムの有用性は見込めるが、単体の星について細かく星の情報を把握するためには、現状のシステムで有用性を見込むのは難しいと考えられる。したがって、本システムの有用性を高めていくには、音と星の情報の対応付けがわかりやすくなるように工夫することが必須であると考えられる。

5. まとめ

本研究では、星の明るさを音量で、星の色を音高で表すことで音と星の情報を対応付ける手法を提案し、音を利用した星の情報提示システムと、先行研究⁽¹⁾で用いていた音声読み上げ機能を比較し、星の情報を把握するまでの速さと正確性を検証し、音による星の情報提示の手法の有用性を検証することを目的とした。

この目的のために音を利用した星の情報提示システムを用いる実験群と、音声読み上げによる星の情報提示システムを用いる統制群に被験者を分け、テストを解いてもらい、解き終わるまでの時間と正誤結果、加えてアンケート結果を評価する評価実験を行った。実験の結果、本システムの有意性を統計的に示すことはできなかったが、音と星の情報を対応付ける手法について一定の評価を得ることができた。しかし、複数の星の相対的比較においては高い評価を得ることができたが、単体の星の情報の対応付けの把握の点では課題が多く見つかった。

今後は今回の実験結果を踏まえ、音と星の情報の対応付けがわかりやすくなるように工夫することに加え、AR技術を用いて実際の夜空の下で視覚的フィードバックも取り入れながら、聴覚を用いて星空を楽しむためのシステム構築をしたいと考えている。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP17H01996 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Masato Soga, Masahito Ohama, Yosikazu Ehara, Masafumi Miwa: Real-World Oriented Mobile Constellation Learning Environment Using Gaze Pointing, IEICE Transactions 94-D(4): 763-771 (2011)