

スマートフォンを活用した対話型星座検索アプリの考案と試作

浦 正広[†] 中 貴俊[‡] 遠藤 守[‡] 毛利 勝廣^{††} 安田 孝美[†] 山田 雅之[‡] 宮崎 慎也[‡]

[†] 名古屋大学大学院情報科学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

[‡] 中京大学情報理工学部 〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

^{††} 名古屋市科学館学芸課天文係 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 2-17-1

E-mail: [†] ura@nagoya-u.jp, yasuda@is.nagoya-u.ac.jp,

[‡] {naka, endo, myamada, miyazaki}@om.sist.chukyo-u.ac.jp, ^{††} mouri@ncsm.city.nagoya.jp

あらまし 端末をかざすことでその方向の星空を画面に表示するなど、実際の星空をベースに星座を検索可能なスマートフォン用の星座観測支援アプリケーションはこれまでにいくつか提供されている。しかしながら、これらは星空と画面とを見比べて利用者自身がどの星座かを判断する必要があったり、実際に見えていない星が画面中に映っているために星空との比較が難しいなどの問題がある。そこで本研究では、調べたい星の方向に端末をかざして、それらの星の位置関係を画面にタッチ入力することにより、その星がどの星座に属しているかの提示を可能とする、対話型の星座検索アプリケーションを考案、試作する。

キーワード 星座, 対話型, 検索, スマートフォン, Android

An Interactive Application for Searching Constellations on Smartphones

Masahiro URA[†] Takatoshi NAKA[‡] Mamoru ENDO[‡]

Katsuhiro MOURI^{††} Takami YASUDA[†] Masashi YAMADA[‡] and Shinya MIYAZAKI[‡]

[†] Graduate School of Information Science, Nagoya University Furo, Chikusa, Nagoya, 464-8601 Japan

[‡] School of Information Science and Technology, Chukyo University 101 Tokodachi, Kaizu, Toyota, 565-0456 Japan

^{††} Astronomy Section, Nagoya City Science Museum 2-17-1 Sakae, Naka, Nagoya, 460-0008 Japan

E-mail: [†] ura@nagoya-u.jp, yasuda@is.nagoya-u.ac.jp,

[‡] {naka, endo, myamada, miyazaki}@om.sist.chukyo-u.ac.jp, ^{††} mouri@ncsm.city.nagoya.jp

Abstract There are some applications for supporting searching constellations on smartphones, such as starry sky of the direction of devices is displayed by holding up devices; however, they have some problems which users have to judge which constellation it is by comparing starry sky and a device's display, and so on. In this study, we propose and develop an interactive application for searching constellations by holding up devices and inputting positions of stars which users want to search by touching display.

Keyword Constellation, Interactive, Search, Smartphone, Android

1. はじめに

日食や月食、流星群などの天体ショーと呼ばれるものから、時間や季節によって見え方が変わる日々の星空のようなものまで、天文現象には定期／不定期や規模の大小な様々なものが存在する。筆者らの研究グループでは、人と星空とを結び付けることを目標に、これまでに IT を活用して、それら天文現象を人々に提示するコンテンツを制作している。古くは、CG を用いてインタラクティブに操作可能な天体現象の可視化システムであったり [1]、また、近年ではネットワーク環境が整備されてきていることを背景に、星座図鑑や星座早見盤などの、星座の観測を支援する Web ベースのコンテンツを開発している [2][3]。

一方で、スマートフォンの普及により、人々の持つモバイル端末が多機能・高機能化している。スマートフォンは様々なセンサを備えており、これを活用した様々なアプリケーションが存在する。星座観測においてもこれを活用し、端末をかざすことでその方向の星空を画面に表示するものなど、実際の星空をベースに星座を検索可能なアプリケーションがこれまでにいくつか提供されている。しかしながら、これらは星空と画面とを見比べて利用者自身がどの星座かを判断する必要があるので、検索という面で必ずしも有効に機能していないという現状がある。また、実際に見えていない星が画面中に映っているために、星空と画面との比較が難しいなどの問題がある。

そこで本研究では、実際に目に見えている星を入力することで該当する星を特定し、どの星座に属するかといった情報の提示を可能とする、対話型の星座検索手法を考案する。また、提案手法に基づき、Android 2.1 を搭載した端末において実際に動作するアプリケーションを試作し、その有効性を確認する。利用者に入力を求めることで、星座を検索しているという意識が高まり、星空への関心も高まることが期待できる。

2. 星座観測支援の現状

著者らはこれまでに様々なアプローチにより、人と星空とを結び付けるための取り組みを行ってきており、そのなかで星座観測支援コンテンツの開発にも取り組んできている。本研究においても星座の観測支援を目的としているが、星座観測支援を目的とするデバイスやアプリケーションはこれまでに多数存在している。

2.1. これまでの取り組み

著者らはこれまでに、星座の観測を支援するコンテンツとして、オンライン星座図鑑や Web 星座早見盤を開発している。オンライン星座図鑑は、図 2-1 a で示すようにトップページにページアクセス時の星空が表示され、ここから、いま見えている各星座の解説ページに遷移可能である。このサイトは携帯電話や、ニンテンドーDS や PSP などの携帯ゲーム機の Web ブラウザでの閲覧にも対応しているため、これらモバイル端末を野外に持ち出して観測に活用することが可能である。また、20 時に南の空に見える星座の見つけ方を学芸員が解説する動画コンテンツも提供しているが、この動画をポッドキャストにより該当月に配信することで、屋外で動画を見ながら実際に星座を見つけることを支援している。一方、Web 星座早見盤は、星座を探す際に用いられる星座早見盤を、Ajax 技術を用いてデジタル化しているものである。星座早見盤を拡大縮小したり、図 2-1 b で示すように、盤の上に情報を追加できる。これにより、天文現象を重ねて表示するなど、星座早見盤の利便性を活かした情報提供が可能となる。

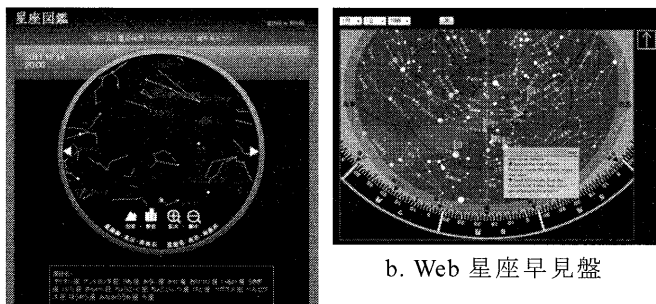
2.2. 既存の星座観測支援ツール

星座の観測支援を主目的とするアプリケーションや専用のデバイスとして、これまでに様々なものが提供されている。アプリケーションについては、当初は PC 上で動作するものが多かったが、モバイル端末の高性能・高機能化に伴い、持ち運び可能であるという携帯性を活用する形で、モバイル端末向けのものが多数開発されている。

たとえば、その草分けでもあるフィーチャーフォン向けのアプリケーションである「月刊星ナビ V アプリ『星座をさがそ』」は、携帯電話に搭載されたモーションコントロールセンサーと GPS を活用することで、携帯電話をかざした方向の星空をリアルタイムで表示することが可能である [4]。また、携帯ゲーム機向けのゲームソフトとして、PSP 用ソフトの「ホームスターポータブル」や [5]、ニンテンドーDS 用ソフト「星空ナビ」がある [6]。これらは、GPS により現在地の星空を表示したり、カートリッジ内蔵のジャイロセンサにより、端末をかざした方向の星空を表示させたりすることが可能である。本研究の対象であるスマートフォン用のアプリケーションとしては、iOS を対象とした「Star Walk」や [7]、Android を対象とした「Google SkyMap」などがあり [8]、スマートフォン内蔵のセンサを活用することで、端末を向けた方向の星空を表示することが可能である。このように、これらのアプリケーションでは、端末等に搭載されたセンサにより、実際の星空を画面中に構築することが可能である。しかしながら、これらは実際の星空と画面とを見比べて利用者自身がどの星座かを判断する必要があったり、また、実際に見えていない星が画面中に映っているために、星空との比較が難しいなどの問題がある。このため、検索性の面で改善の余地があると考えられる。

一方で、実際の星空をそのまま活用した星座観測支援もいくつか取り組まれている。スコープを覗くことで、GPS やスコープの画面中に星に関しての情報が表示されるハンドヘルド端末「SkyScout」や [9]、ウェアラブル環境において実際に見ている星空の上に情報を重ねて表示させる手法も提案されている [10]。しかしながら、これらは専用のデバイスが必要となることから、一般の多くの人々がそれを用いて星座観測を行うことは容易ではない。

以上より、本研究においては一般への普及が進んでおり、様々な機能を有するスマートフォンを活用した星座観測支援アプリケーションを開発する。また、検索感を高めるため、搭載された各種センサを活用することで、ユーザの入力を必要とする対話的な操作による星座の検索手法について考案する。



a. オンライン星座図鑑

b. Web 星座早見盤

図 2-1. これまでの取り組み

3. 星座検索アプリの開発

スマートフォンに搭載された各種センサを活用した、星座検索手法を考案する。調べたい星の方向に端末を向け、それらの星の位置関係を画面にタッチ入力することにより、その星がどの星座に属しているかなどの情報の提示を実現する。利用者に入力を求めることにより、検索しているという意識を誘発することが期待できる。また、アプリケーションを利用して生じた星空への興味の継続を目的に、検索した星の位置の推移を確認できる機能を提供する。

3.1. 星データ

本研究では、実際に見えている星をもとに検索を行う手法を提案する。一般に、肉眼で視認可能な星の等級である肉眼等級は、6 等級以上であるとされることから、6.5 等級以上の 9,110 個の恒星のデータが掲載されている星表である、The Bright Star Catalogue を星座のデータとして用いる [11]。この星表には、恒星の番号、属する星座、赤道座標の緯度経度である赤緯と赤経、明るさである等級、色などの項目が掲載されている。本研究においては、星の位置関係が検索の対象となる。また、肉眼で見える星で色が識別できるものは限られるため、検索において必要とされるケースは少ないといえる。以上より、番号、赤緯、赤経、属する星座、等級の各情報により星データを保持する。なお、星表では赤緯と赤経が時分秒や度分秒の形式で格納されているが、計算量削減のため、赤緯と赤経は度の単位に変換したものを格納することとする。

3.2. 対話的な星座の検索

2.2 で示したように、スマートフォンにおける従来の星座検索アプリケーションは、端末に表示された画面と実際に見えている星とを比較することで、その星がどの星座に属しているかといった情報を得るという利用方法が想定されている。そのため、端末の機能を活用した、対話的な操作による検索であるとは言い難い。そこで、端末のディスプレイであるタッチパネルを用いることで、実際の星空中の星を確認しながら入力する、対話的な星座の検索を実現する。

星座を検索する方法がこれまでに提案されているが [12]、前節で示したように星座データベースには 9110 個の星が格納されており、入力点数が少ない場合には、対応する星の並びは多数存在することが考えられる。また、手で入力された星の位置関係が実際のものとずれる可能性が高いため、それを考慮する必要がある。そこで、端末の方位、加速度、GPS の各センサにより取得可能なデータを用いることにより、検索対象とする星空の絞り込みを行い、そのうえで、マッチング処理を行う。

3.2.1. 検索対象の星空の生成

検索対象となる星は 9,110 個あるが、これを総当たりで検索すると、処理時間が膨大になり、見えている星をその場で検索するという用途にそぐわないものになると考えられる。そのため、対象となる星の数を削減するため、端末のセンサ情報を活用し、端末がかざされた先にある星のみを検索の対象とする。

検索対象の星空を生成するまでの流れを図 3-1 に示す。まず、日時と場所から、その状況における星の位置を表す地平座標を算出する [13]。端末内蔵のカレンダーから日付を取得して準ユリウス日を算出し、それと GPS センサにより取得した経度により、地方恒星時を算出する。この地方恒星時と、GPS センサにより取得した緯度、および、星座データベースに格納された各星の赤経・赤緯の各情報を用いることにより、地平座標を算出する。地平座標は、観測者の頭上を天頂とした天球であり、角度と高度により星の位置が保持される。これに、方位センサと加速度センサにより取得した方角と高度の情報を用いることにより、端末の向いている方向を中心点とした天球で構築し、マッチング処理のために二次元の矩形に落とし込む。これにより、検索対象の星を絞った星のマッチングが可能となる。

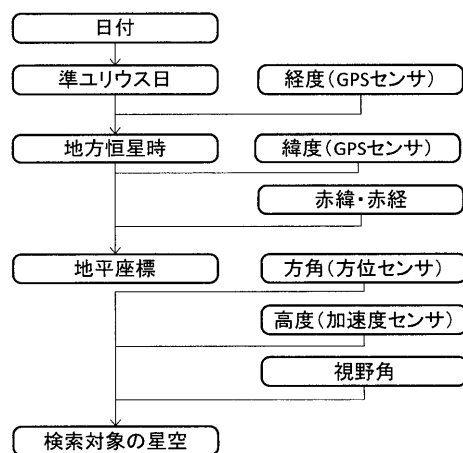


図 3-1. 検索対象の星空の生成

3.2.2. 入力と星空のマッチング

入力された点の 1 点目と 2 点目を基準に、3 点目以降は長さや角度により表すことで入力形状を表す。検索対象の星空の星について、この形状に近い点の並びがあるかを総当たりで調査し、最も類似度が高いものを検索結果とする。なお、検索時に端末が地面に対して水平になっているとは限らないため、入力された星の位置関係のみをマッチングの対象とし、点群の傾きは考慮しない。

図 3-2 a で示すように、入力 の 1 点目である点 p_0 と 2 点目である点 p_1 を結ぶ線分を L_0 、その長さを l_0 とし、1 点目から 2 点目へ の方向をローカル座標の x 軸の正の方向と定義する。これを基準に、 p_0 と 3 点目の点 p_2 を結ぶ線分を L_1 とし、その長さ l_1 を l_1/l_0 のように、 l_0 を基準に表す。また、 L_0 と L_1 の 2 線分により生成される角度を A_1 とし、 L_0 を基準に反時計回り方向をプラスとして表す。4 点目以降も同様に表す。

図 3-2 b で示すように、これにより定義された入力を検索対象の星空に含まれる星 s_1 に対して総当たりで比較していく。このとき、入力される形状は人力であるため、実際の星空における星の配置そのままにはならない。そのため、入力形状と検索される星の位置関係には一定の許容範囲を設ける。まず、 s_1 と s_2 を基準点にし、 s_3 についてマッチングを行う。結果、入力形状とは異なるため、 s_1 、 s_2 、 s_3 の組み合わせは候補とはせず、以降、同様に全部の星を順番にマッチングしていく。図の場合、 s_5 が入力形状と一致するため、 s_1 、 s_2 、 s_5 の組み合わせが候補となる。 s_1 、 s_2 つぎは s_1 と s_3 というように、基準点を変更して、全ての組み合わせでマッチングを行う。入力点が 4 点以上の場合には、3 点目をマッチングした際に許容範囲に収まらなかった場合には、その組み合わせについては 4 点目以降についてマッチング処理を行わないことにより、処理の効率化を図る。

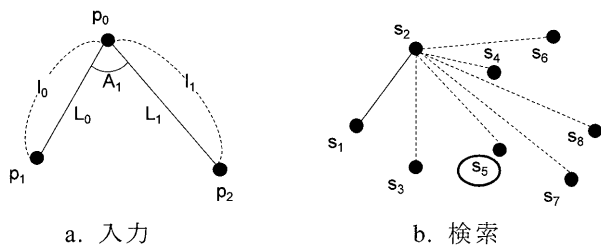


図 3-2. 検索アルゴリズム

3.3. 検索した星の確認

星は時間や時期、場所によって見える位置が変化する。この変化は、普段から星空に関心を持っていないと、認識のしづらいものであるといえる。そこで、アプリケーションを利用して芽生えた星への興味を継続させるため、以前に検索した星が、現在どこにあるかを確認できる機能を提供する。検索した際に、入力にマッチした星の天球上の座標を保持しておき、それを現在の星空を描画したものに重ね合わせる。これにより、時間や時期、場所によって変化する星の位置の推移を、視覚的に確認可能となる。

4. 実装例

前章で提案したスマートフォンによる星座検索アプリケーションを、Android 2.1 上で動作するアプリケーションとして実装する。アプリケーションは、「星座の検索」、「検索の履歴」、「現在の星空」の 3 つの機能により構成され、「星座の検索」については、実際に利用してその検索性や有効性を確認する。

4.1. 試作アプリケーションの概要

図 4-1 は実装したアプリケーションのタイトル画面である。アプリケーションは画面が示すように、タッチ入力により現在見えている星を検索可能な「星座の検索」、検索した星が現在の星空のどこにあるかを確認可能な「検索の履歴」、また、従来のアプリケーションのように現在の星空を表示する「現在の星空」の 3 つの機能により構成される。

星座の観測においては、実際の星空を見る際には星空に目を慣らす必要があるが、スマートフォンのバックライトの明かりが星空に目を慣らす妨げとなるため、画面は必要最小限の明るさであることが望ましい。一方で、提案アプリケーションでは、検索した星の現在の場所を提示する機能も提供するため、昼間の利用も想定される。そのため、夜間での明るさを基準とすると、昼間の利用時に画面が暗く画面中の星の視認が困難となる。以上より、タイトル画面ではバックライトの明るさを調整できる機能も提供する。図で示す画面の左下にあるバーを指で調整することにより、端末のバックライトの明るさが変わり、観測に適した明るさを設定することが可能となる。

また、前章で示したように星のデータは 9,110 個あり、検索の度にアクセスされることから、効率的な管理を行う必要がある。Android では大量のデータを扱うためにデータベースとして SQLite が提供されているため、前章で示した形式に基づいたテーブルを作成することで、星のデータを SQLite により保持する。

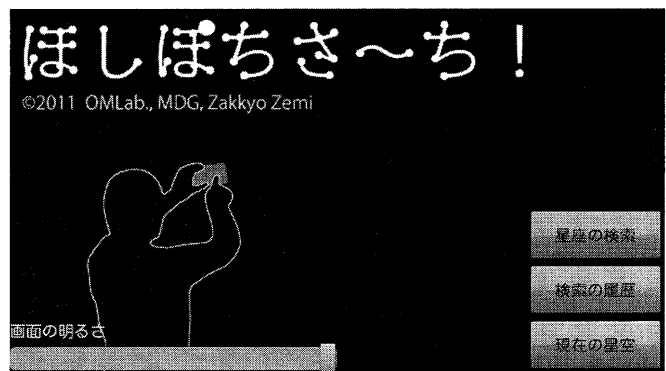


図 4-1. タイトル画面

4.2. 星座の検索

3.2 で述べた手法を実装し、対話型の星座検索を実現する。本アプリケーションにおいて、星座の検索は以下の手順で行われる。まず、タイトル画面で「星座の検索」を選択することで、図 4-2 で示す星の入力画面に遷移する。この画面では、ディスプレイをタッチすることで、その位置に星が配置される。3.2.1 で示したように、端末の向きにより検索対象となる星空が確定されることから、端末を調べたい星のある方向に向けてから、ディスプレイをタッチして入力する。入力が完了したら、検索ボタンを押すことにより、3.2 で示した方法により該当する星があるか検索が行われる。マッチングする星の組み合わせがあった場合には、図 4-3 で示すように、検索対象となった星空と、マッチングした星を赤色で表示する。これにより、画面と星空とを比較することで、検索結果が正しいものであるかの判断が可能となる。また、検索対象の星空における位置だけでなく、各星について、所属する星座を表示する機能も提供する。図 4-4 で示すように、その星座の現在の見え方がわかり、また、検索した星が赤色で示されることで、その星座のどこにあるものかが分かるようになる。これにより、検索した星を起点に、星座の全体像を把握することが可能となる。

試作したアプリケーションの有効性を確認するために、実際の星空で検索を行った。実施場所は愛知県豊田市にある中京大学豊田キャンパスの敷地内で、実施時間は 22 時から 23 時とした。本施設は、周りに深夜まで明かりを灯す建物が少ないことから、市街地に比べて星が見える環境であるといえる。実験を行うにあたり、事前に 5 名の被験者により、2.2 で示した既存の星座観測支援アプリケーションを用いて、実際の星空を観測する際に見ている星空の範囲を調査したところ、視野角は横 90 度、縦 45 度程度であった。そのため、3.2.1 で示した検索対象となる星空は、この視野角の数字を用いて生成を行った。

実験の結果、30 回の試行において、23 回は結果が得られ、そのうちの 20 件については正しい結果であった。結果が得られなかった 7 回のうち、2 回については、入力点が 5 点あり、検索に時間がかかったため結果が出る前に検索を打ち切ったもので、残り 5 回については、入力形状に一致する星座が見つからないものであった。このように、一定の精度で検索が行えることから、検索のアルゴリズムや視野角の設定は一定の有効性が認められたと考える。また、入力により検索を行うという行為により、利用者自身が実際の星空の星を確認しながら検索を行えるため、従来では得られなかった検索感が得られ、これにより、星座を覚えるなどの教育的効果も期待できる。

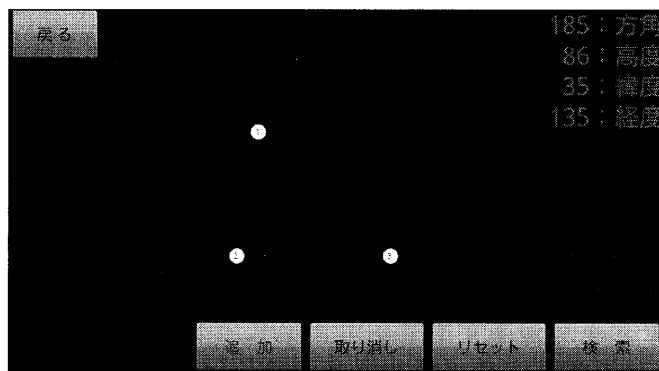


図 4-2. タッチ入力による星の入力



図 4-3. 検索結果



図 4-4. 星が属する星座の表示

4.3. 検索の履歴

星の位置の比較のためには、星空が端末の移動に追従するように変化することが望ましい。そのため、端末の日付および GPS センサにより取得可能な緯度経度の情報を用いて、3.2.1 で示した方法により現在の星空における天球での星の位置を算出する。この位置に基づき、OpenGL により 3D で天球を描画することにより、端末の向きに追従するように現在の星空を表示することが可能となる。また、この天球に、検索においてマッチングした星の地平座標の角度と高度を重ねて表示することにより、それらを比較することが可能となる。

図 4-5 で示すように、アプリケーションでは検索した星の検索時の位置を緑色で、現在の位置を赤色で表示する。これにより、視覚的に位置の変化が認識できる。実際の星空と端末の向きにより変化する画面中の星空とが連動しているため、それらを比較することにより、実際の移動における距離感についても確認可能となる。

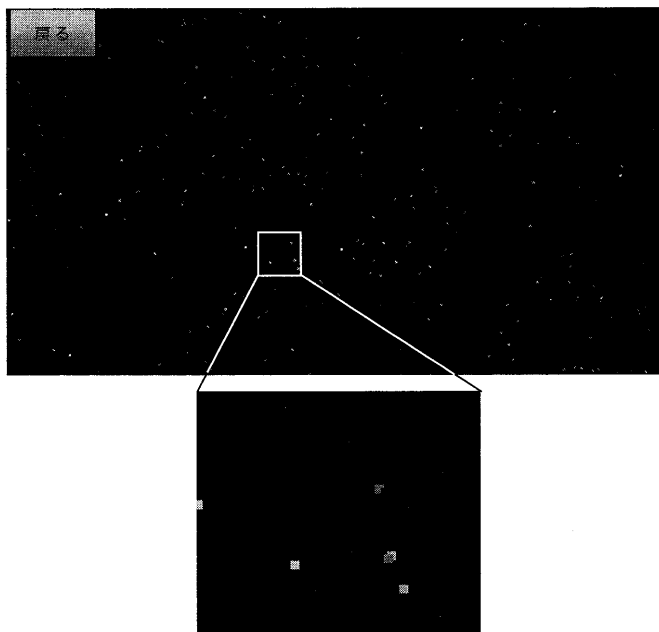


図 4-5. 検索した星の検索時と現在の位置の比較

5. おわりに

本研究では、スマートフォンに搭載された各種センサを活用した星座検索手法を考案し、Andriod 2.1 を搭載した端末で実際に動作するアプリケーションを試作した。Android 端末が備える GPS、方位、加速度の各センサの情報、および、ディスプレイであるタッチセンサ付きのパネルを用いることで、対話型の星座検索を可能とした。実際に見えている星を入力することにより、その星がどの星座に属している、その星座のどの位置にあるかを提示できるようになったことにより、従来のスマートフォン向けの星座検索アプリケーションでは得られなかった検索感を実現できた。

現在は検索を行うと、検索した星がどの星座に属するかといった情報が提示されるという 1 ステップの対話となっている。しかしながら、たとえば、入力された星が見えているのであれば、この星も見えるといったように、それを起点にして他の星の位置をナビゲートするといった、対話のステップを繰り返す型での検索も可能になると考える。このため、今後は対話性を高めることにより、星座の検索が楽しく行えるような仕組みについて検討していきたい。

また、現在は検索時に入力された星の数が増えると検索時間が大きくなるといった問題がある。これについては、端末の傾きなどの情報を活用することで、検索の対象を絞ることが可能になり、処理速度の改善が見込めると考えられる。このため、より適切な検索結果が表示されるように、検索アルゴリズムについても検討していきたい。

謝 辞

本研究の推進にあたりご協力を頂いた、中京大学の軽尾隆広氏と深谷明宏氏に感謝します。なお、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金、人工知能研究振興財団研究助成、財団法人 JKA 補助金による。

文 献

- [1] 東海彰吾, 安田孝美, 横井茂樹, 鳥脇純一郎, “CG アニメーションを用いた宇宙現象のインタラクティブな可視化システムとシミュレーター・レビー第 9 彗星の木星衝突現象への適用,” テレビジョン学会誌, vol.49, no.10, pp.1305-1314, Oct.1995.
- [2] 近藤真由, 浦正広, 遠藤守, 岩崎公弥子, 毛利勝廣, 野田学, 安田孝美, 横井茂樹, “天文教育におけるマルチプラットフォーム向けオンライン星座図鑑の設計と開発”, 情報処理学会第 69 回全国大会講演論文集, pp.4-521-4-522, Mar.2007.
- [3] Katsuhiko Mouri, Mamoru Endo, Kumiko Iwazaki, Manabu Noda, Takami Yasuda, and Shigeki Yokoi “Development of a Planisphere Interface Ajax WebSystem Based on a Constellation Database for Astronomy Education,” International Journal of Computer Science & Network Security, Vol.8, No.5, pp.11-16, May.2008.
- [4] 川村晶, “手のひらに星空ナビゲーション ボーダフォン 904SH”, 月刊星ナビ, vol.7, no.6, Jun.2006.
- [5] アストロアーツ編集部, “通勤のおともに星空を…”, 月刊星ナビ, vol.8, no.1, Jan.2007.
- [6] さかさパンダ, “ニンテンドーDS ソフト「星空ナビ」”, RikaTan -理科の探検-, vol.3, no.3, Mar.2009.
- [7] 高木利弘, 松木英一, 藤本裕之, iPhone アプリヒットコンテンツ報告書 2010, インプレス R&D, 2010.
- [8] アンドロイダー, Android アプリ辞典, インプレスジャパン, 2010.
- [9] ニューズウィーク日本版編集部, “見上げてごらん、夜空の星を”, Newsweek 日本版, vol.21, no.6, Feb.2006.
- [10] 伴好弘, 中島健, 眞鍋佳嗣, 佐藤宏介, 千原國宏, “ウェアラブル拡張現実感のためのナビゲーション情報呈示に関する検討 一天体観察支援システムを用いて”, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, vol.6, no.2, pp.89-98, 2001.
- [11] Hoffleit D., Warren Jr W.H., The Bright Star Catalogue, 5th Revised Ed. (Preliminary Version), Astronomical Data Center, NSSDC/ADC, 1991.
- [12] 小川秀夫, “2次元パターン平面を利用した点パターンのマッチング法とその星座検出への適用について”, 愛知教育大学研究報告 自然科学編, vol.59, pp.13-17, 2010.
- [13] 長沢工, 天体の位置計算 増補版, 地人書館, 1985.