

駅員・乗務員の旅客案内を支援する

土屋 隆司

輸送情報技術研究部(旅客システム 研究室長)

野末 道子

同(設備システム 主任研究員)



つちや りゅうじ



のづえ みちこ

はじめに

事故、災害等の影響により、列車の運転見合せ、遅延、運休、順序変更など、列車運行計画の変更を余儀なくされることがあります。このような場合、鉄道利用者は、乱れた列車運行に関する情報をすばやく入手し、それを行動判断に役立てたいと考えます。利用者に直接接する立場にある、駅員や乗務員は、このような利用者の情報ニーズに的確に応えることが求められます。ダイヤ乱れ時には、多くの情報がさまざまなメディア（指令所からの一斉放送、運行管理システムの端末、旅客電報等）を通じて流れるため、必要な情報を漏れなく把握し、旅客案内に活用することが重要です。しかし、断片的な情報を総合して的確な案内につなげることができるかどうかは駅員、乗務員の経験、技量に依存する部分が多いのが実情です。そこで我々は、ダイヤ乱れ時において、駅員、乗務員が、入手した列車運行に関わる情報に基づいて的確な旅客案内を行なうことを支援するシステムについて検討しました。このような支援システムを作るためには、駅員、乗務員の経験や技量をコンピュータで処理可能な知識として整理、蓄積することが必要になります。以下ではこのような経験的知識をベテランの駅員、乗務員から獲得し、システムで活用する手法について紹介します。

本当に情報は足りないのか？

そもそも列車運行が乱れた際に、駅員、乗務員に十分な情報が伝達されているのでしょうか？

駅員、乗務員等にヒアリング調査などを行なうと多くの場合「情報が足りない」という回答が返って来ます。情報が足りないのであれば、もっといろいろな情報をすばやく伝達できるようなシステムを作ってやればよい、と考えるのが自然です。近年の携帯電話、無線LAN、光ネッ

トワークなどの無線、有線の高速通信ネットワークの普及により、どこでもいつでも必要な情報にアクセスできる環境が整いつつあることを考えると、これはそれほど難しいことではないようにも思われます。しかし、実際には事はそれほど単純ではありません。

たとえば、ダイヤ乱れ時には、ある線区のある時点での遅延が伝えられることがあります。しかし、その情報が少し離れた駅においてもそのまま活用可能というわけではありません。その後の「遅延増加」もあれば、「遅延解消」となる場合もあります。時々刻々と変わっていく個々の列車の運行状況を、逐一、指令側で情報を作成し、様々なメディアを通じて伝達していくことは難しいことです。多すぎる情報を選別せずに放送で伝達し続けると、本当に聞いて欲しい情報が埋もれてしまう心配があります(図1)。逆に、伝達する情報をなるべく絞り込んで重要な情報のみを伝達する、というような方針にすると、電話での個別の問い合わせが多くなる、というジレンマがあることも調査の結果、わかってきました。

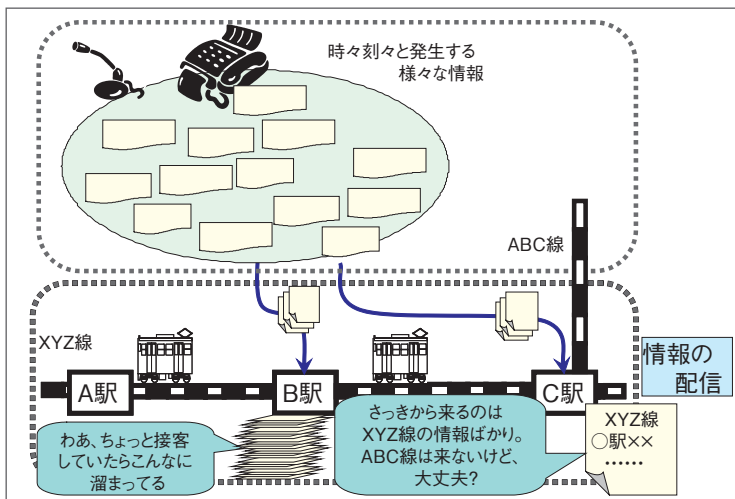


図1 ダイヤ乱れ時の情報配信の実情

情報を選別して提供する

ダイヤ乱れ時の情報は配信される情報の絶対量は（インターネット等に比べれば）それほど多い訳ではないにもかかわらず、情報を選び出し、活用することが難しい背景には、情報が基本的にプッシュ型で配信されることがあります。プッシュ型の情報配信は、情報の受け手が積極的なアクションを取らなくても情報が自動的に（勝手に）降ってくるタイプの情報配信です。近年では、事前に登録した路線の運行乱れをメールで通知してくれるサービスがありますが、これもプッシュ型の情報配信の一例です。

このようなプッシュ型の情報配信は、「何もしなくても情報が来る」という便利さがある反面、自分が必要とする情報だけを的確に選別して的確なタイミングで送ってもらうのが難しいという課題もあります。「無関係な情報がたくさん届いて煩わしい」「重要な情報が不要な情報の山の中に埋もれて見落してしまう」「情報が必要なタイミングで届かないため、結果としてうまく活用できなかった」などといった声は、プッシュ型情報配信システムにおいてよく聞かれる不満です。もちろん情報の受け手ごとに、送る情報をあらかじめ制限することもできますが、必要な情報は、受け手の、そのときどきの状況（今どこにいて何をしようとしているのか等）によっても変わるものですので、利用者（情報の受け手）ごとに情報選別の規則を固定してしまうのは必ずしも妥当ではありません。かと言って、情報の送り手側で受け手に応じた情報の取捨選択を随時行なうのは極めて煩雑であり、現実的ではありません。そこで、我々は、発信される情報の中から、各駅あるいは各列車にとって重要度の高い情報、必要な情報のみを自動的に抽出して配信するしくみについて検討することにしました（図2）。

情報選別のための知識（ノウハウ）を抽出する

これまでは、配信される多くの情報の中から必要な情報を選別したり、その重要度を判定するシステムを作る場合、そのためのノウハウを専門家から直接聞き出す方法が取るのが一般的でした。しかし、人（専門家）が、自身の持つノウハウを明確かつ過不足なく言明することは、一般に非常に困難であることが知られています。これは人工知能の分野では「知識獲得のボトルネック」としてよく知られているものです。たとえば、「必要な情報と不要な情報の判定はどのようにして行ないますか？」あるいは「どのような基準で情報の重要度を判定するのが妥当だと思います

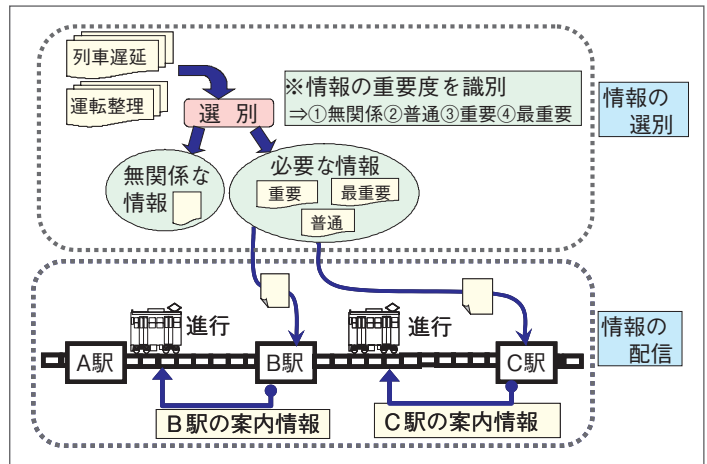


図2 情報の選別に基づく駅や列車への情報配信

か？」などと、一般論を訊ねても的確な回答を引き出せる可能性が低いのが実態です。そこで、様々な具体事例を専門家に提示し、事例毎の判定結果を集めて一般化することにより、専門家のノウハウを再現する手法を採用しました。これは、人工知能の分野では「例からの帰納的学習」と呼ばれる手法であり、上記のように、専門家が正しい判定結果（正解）を学習器（システム）に与えるところから、教師付き学習と呼ばれることもあります。

これまでの研究では、ダイヤ乱れ時に配信される情報の中からの有用な情報を選別し、情報の重要度に応じて色分け表示を行なうことにより、駅員等の状況理解を助けることができることが確認されています。そこで、我々は、配信される情報に対して、最重要、重要、普通、無関係、という4段階の分類を適切に行うシステムの開発をめざし、そのためのノウハウを専門家（ベテラン駅員・乗務員）から獲得する手法について検討しました。

決定木学習による情報選別ノウハウの獲得

すでに述べたように、配信される情報が4段階の重要度のうちのどこに当てはまるのかを判定する「クラス分類問題」として定式化することによって、必要な情報のみ抽出したり、情報を重要度別にわかりやすく表示したりすることが可能になります。そこで我々は「例からの帰納的学習」の一種である決定木学習と呼ばれる手法を適用することによりこの問題にアプローチすることにしました。

決定木学習においては、①事前に正しい分類結果が与えられている事例（訓練例と言います）の集合、および、②考慮すべき要因（「属性」と言います）の集合に基づいて、新規（未知）の事例を正しくクラス分類できる木構造のルールを獲得します。図3に簡単な例を示します。図3(a)は「色」、「形」、「文字」という3つの属性に基づいて専門家が

データをふたつのクラス（クラス0およびクラス1）に分類した結果を示します。この結果に基づいて、専門家が行ったクラス分けの分類基準を推定したものが図3 (b) に示す木構造（決定木）になります。

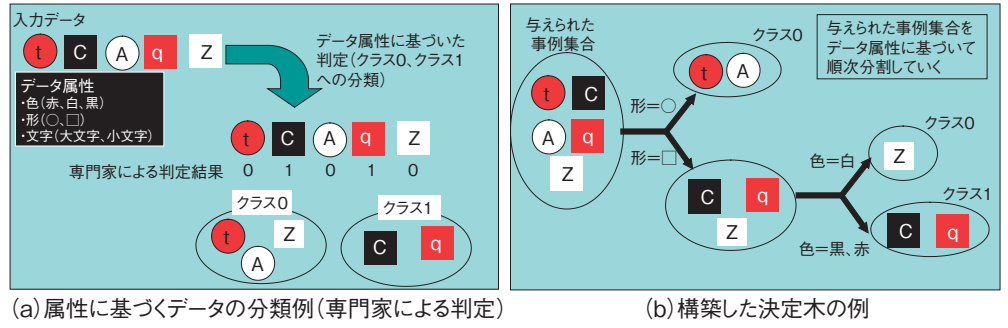


図3 決定木による分類のイメージ

まず元のデータを「形」という属性に基づいてふたつの集合に分類します。すると「形」という属性が「○」のデータに関しては、専門家による分類結果はすべて「クラス0」ですので、この部分の分類が確定します。一方、「形」が「□」のデータに関しては、クラス0およびクラス1のデータが混在していますので、これをさらに「色」という属性で分類します。すると「色」が「白」のデータはクラス0、「色」が「黒」または「赤」のデータはクラス1に分類されることになり、これで分類が確定します。

この例は極めて単純なものです。実際の問題では、データ属性がたくさんあり、また対象とする入力データも膨大になるのが一般的です。そのような場合にもデータを的確に分類できるような決定木を構成する必要があります。ここで重要なのは、どの属性に基づく分類から先に適用するのか、ということです。前述の例では、最初に「形」で分類し、次に「色」で分類した結果、うまく分類できました。もちろん、どの属性から適用しても最終的には分類可能なのですが、適用順によっては、得られる決定木が大きくなり過ぎ、可読性が低くなり、結果として分類基準が理解しにくくなる場合もあります。前述の例では、仮に最初に「文字」という属性で分類すると、得られる決定木は図3 (b) に示すものよりも大きく、わかりにくいものになってしまいます。

そこで、与えられた分類結果を再現可能で、かつ、できるだけ小さな決定木をいかにして求めるかということが重要な課題となります。我々は1回の分類によって得られる情報量の期待値の大きさに基づいて分類に使用する属性の順番を決めるC4.5という手法を採用しました。

実際の問題に決定木による分類を適用する際のもうひとつの大きな課題としては、考慮すべき属性そのものをいかにして獲得するかということがあります。図3の例の説明ではあらかじめ属性集合（「形」、「色」、「文字」）が与えられているという前提で話を進めましたが、現実の問題では、これらの属性自体を抽出することから始めないといけません。我々

はダイヤ乱れ時の配信情報の選別を対象に、属性の抽出から決定木の構築、そしてその評価に至るプロセスを実施しましたので、以下にその概略を説明します。

ダイヤ乱れ時における配信情報の選別実験

ある駅のある異常時の状況を模擬して配信された情報を、二名の駅員経験者（以下、専門家）に見せ、それぞれに対する重要度の分類をしてもらいました。一件毎のデータには、列車番号、列車種別（普通列車、快速列車など）、行き先、現在の駅、当該列車に関する運転手配や遅延情報などの配信事項、当駅への着発時刻、到着番線、指令が情報を配信した時刻が含まれます（表1）。

次に、専門家が分類の際に作業シートに残している下線や、メモ書きを手がかりとしながら、どのような属性が情報の重要度判定に関係しているかについて検討し、分類に必要な属性集合を決定しました。この段階では、属性集合は非常に小さく、必要な属性をすべて網羅している保証はありません。この初期属性集合による決定木を構築し、分類を失敗した事例（専門家の判定と決定木による判定が不一致だった事例）を専門家に対して示しつつ、インタビューを行うことにより不足している属性を抽出しました。これらの新たに獲得した属性も加えた属性集合を用いて再度、決定木を構築しました。このプロセスを数回繰り返すことにより、専門家の判断に、より近い分類結果が得られる決定木の獲得を試みました（図4）。

このようなプロセスを経て構築した決定木を図5に示します。

表1 判定した情報の例

到着順序	列車番号	種別	行き先	現在駅	伝達情報	着	発	番線
1	111C	普通	赤井	山田	北原-赤井:運休	17:43	17:44	3
2	935Y	快速	黒井	西原	遅延なし	17:43	17:44	4
	935Y				赤井:507Yの後へ			
	935Y				大田:611Yの後へ			
3	3483M	急行	白田	黒石	遅延なし	17:50	17:51	4
	3483M				大田:795Tの後へ			

(一行が一件の情報,列車番号列の“→”は上の行の列車に対する手配を示す)

