

新米エンジニアのための

初歩の

インターネット技術

《第7回 OSPFの話》

浅羽 登志也

asaba@ij.ad.jp

株式会社インターネットイニシアティブ

今回は、これまで解説してきたルーティングの話に関連して、最適経路を発見するためのアルゴリズムをステップを追って見ていきます。また、これを実際のネットワーク上で実現するためのプロトコルであるOSPFの概略を紹介します。

はじめに

今まで内緒にしていたのだが、実は私はよく道に迷う。どこか初めての場所に行くときには一応地図は見るのだが、道順までは調べない。最寄りの駅を地図で見て、そこからの相対的な位置関係だけを確認して出かけてしまうのだ。地図をコピーして持っては出かけるのだが、目的地の最寄り駅に着くまでは二度と見ようとはしない。電車の中では、ただひたすら「XX駅の北口」と頭の中で繰り返し唱えている。まるで子供のお使いのようである。だいたい記憶力が弱いので、完璧な道順を最初に調べたところで、目的地に着くまで憶えていられる自信がない。したがって、とりあえずの中間地点である目的地の最寄り駅に着くまでは、その先のことは考えないのである。

最寄り駅に着き無事に目的地の出口から出られると、そこでやれやれと地図を広げて、次の目標点を探す。駅前から3つ目の、三和銀行がある角を左に曲がればよいと分かれば、もうそこからは三和銀行しか頭にない。銀行の角を左に曲がったところでまた地図を見る。4つ目の信号を渡ったところのXXビルの5階が目的地であれば、ひとまずXXビルの5階というのは忘れて、ひたすら信号の数を数えながら歩く。なんとか信号を4つまで数えたところで、再びビルの名前と階を確認する。ここでそのビルが目の前にあれば一安心である。

この方法にはどこにも落ち度はないように見える。だが時として思いもかけぬところに行ってしまうのである。決して方向音痴ではないはずなのだが（まさにこういう

のを方向音痴というのだろうか?)。一度、やっとなど目的地に着いて、さてXXビルはどこかいなと見渡してみると、あたりには民家しかなかったことがある。確かに番地はここのはずなのに、ビルがない。ビルはどこに行った!と、もう一度手帳に書いた目的地の住所をよく調べてみると「浅草橋 -x」とある。おそろおそろ手帳から目を離して目の前にある家の表札を見上げてみると、そこには「浅草 -x」と書いてあった。頭の中でがらがらと橋が崩れ落ちる音がした。もちろんこれは方向音痴以前の問題ではある。

本当は、最初からちゃんと地図で最終的な目的地までのいくつかある道順の中から所要時間やさらに運賃まで調べたうえでどうやってそこまでたどり着くかを考えるのが人間のあるべき姿なのだろう。この場合、目的地までの最適な経路というのは、一概には定まらないかもしれない。最も速い経路が最も安い運賃であれば問題はないが、こっちらから行けば速いけれどもちょっと高くついて、こっちらから行けば安いけどちょっと時間がかかる、というような場合もある。このような場合もすべて調べ上げて、状況に応じて最適な経路を選ぶということ

をおそらく賢明なる読者諸兄は日頃から実践されているに違いない。

SPF アルゴリズム

ネットワークポロジが与えられたときに、その上での最適経路を計算するためのアルゴリズムが存在する。これはSPF (Shortest Path First) アルゴリズムとかまたは考案者の名前をとってDijkstra (ダイクストラ) アルゴリズムとか呼ばれている。

図1のようなトポロジーのグラフを考える。図では、ノードの中の文字がノードの名前、リンクに付けられた数字が、各ノードからそのリンクを経由してリンクの反対側にあるノードに至るためのコストを表している。たとえば、ノードAからノードBに行くためのコストは5、ノードBからノードAに行くためのコストは3である。

ここで、ノードAから他のすべてのノードに至るための経路のうち、コストが最小となるものを計算するにはどうしたらよいだろうか?

頭が腸捻転を起こしそうになるかもしれないが、ここはぐっと我慢しよう。以下のような手順で計算していけばよい。

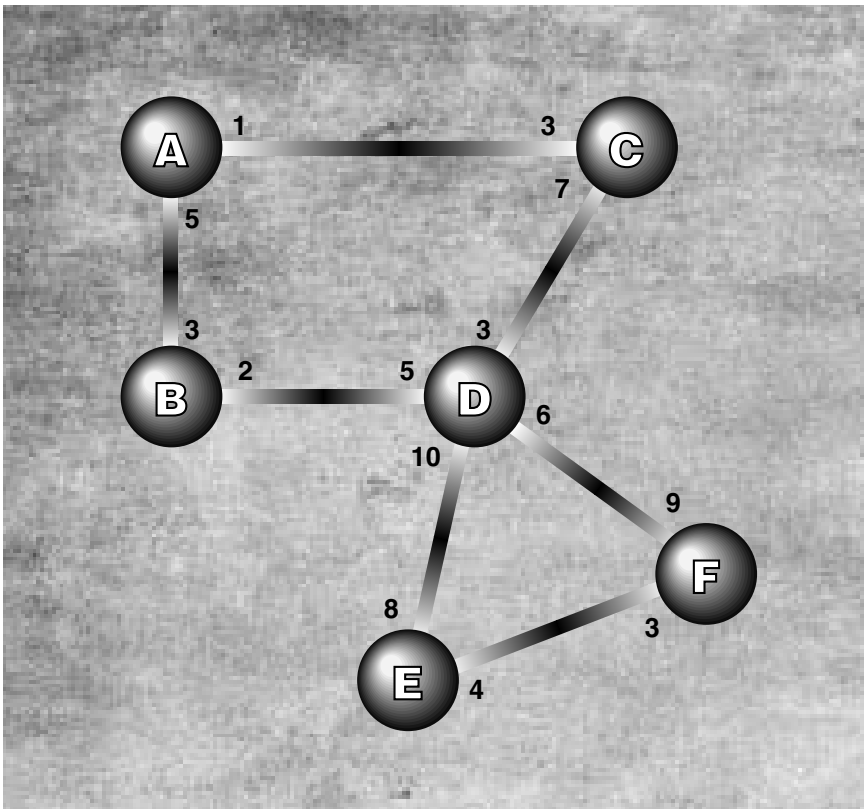


図1 サンプルグラフ

ステップ 1

まず出発点のノードAから隣接するB、Cの各ノードに行くためのコストを表すグラフを図2のように作る。図2より、AからBに行くためのコストは5であり、AからCに行くためのコストは1であることが分かる。図中の全経路のうち、コストが最小のものはAからCに行く経路なので、これを太い矢印で表し、また、この時点でCに至る最小経路がA Cであることが分かるので、ノードCに*の印を付ける。またノードAからAはコスト0と考えられるので、これもすでに最小経路は分かっているということで、*の印を付ける。

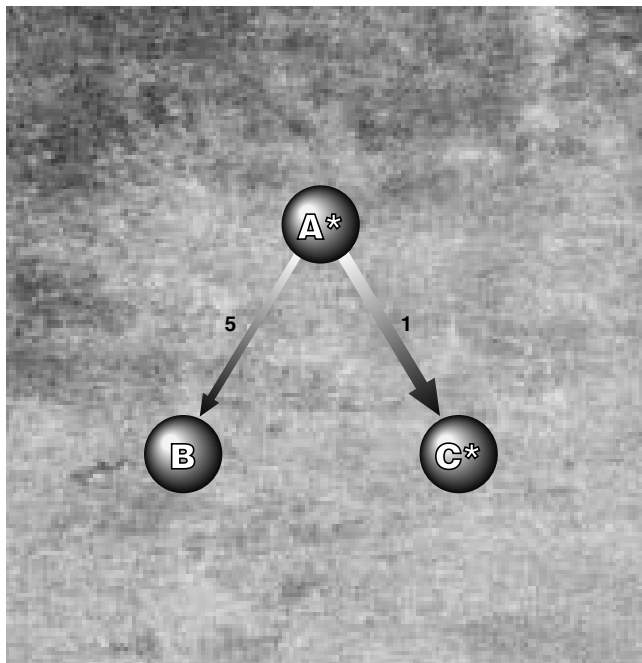


図2 ステップ1

ステップ 2

ステップ1で、図中の最小経路はA Cであったので、Cからまだ最小経路が分かっていないすべてのノードに対するリンクを図に加える。CからはAとDに行くリンクがあるが、Aは既に最小経路が分かっているので除外し、図3のようなグラフができる。図3では、A BとA C Dの2つの経路が存在するが、A Bのコストが5、A C Dのコストが8となる。ここでA Bが最小の経路なので、A Bの矢印を太くし、またこの時点でBへの最小経路はA Bであることが分かるのでBに*の印を付ける。

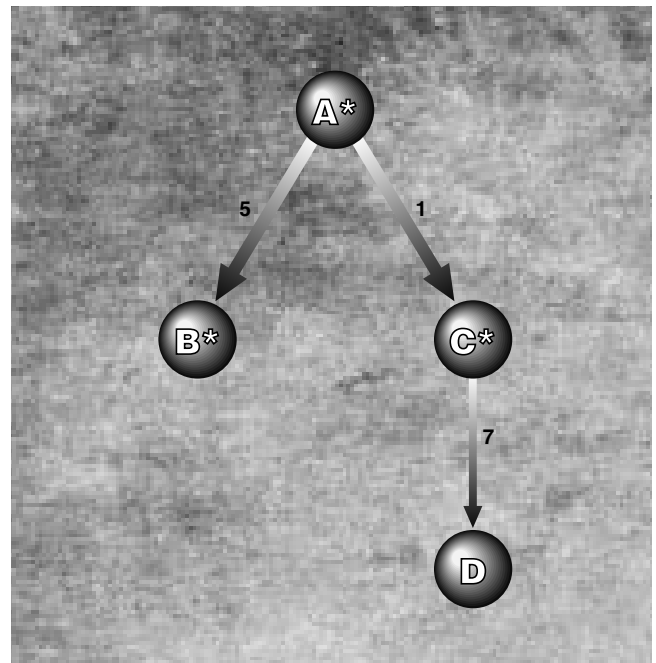


図3 ステップ2

ステップ 3

ステップ2で、図中の最小経路はA Bであったので、Bからまだ最小経路が分かっていないすべてのノードに対するリンクを図に加える。BからはAとDに行くリンクがあるが、Aはすでに最小経路が分かっているので除外し、図4のようなグラフができる。図4では、A B DとA C Dの2つの経路が存在するが、A B Dのコストが7、A C Dのコストが8となる。ここでA B Dが最小の経路なので、B Dの矢印を太くし、またこの時点でDへの最小経路はA B Dであることが分かるのでDに*の印を付ける。また、経路A C Dは同じDへの経路でより高いコストを持つので、C Dの矢印を消す。Cが

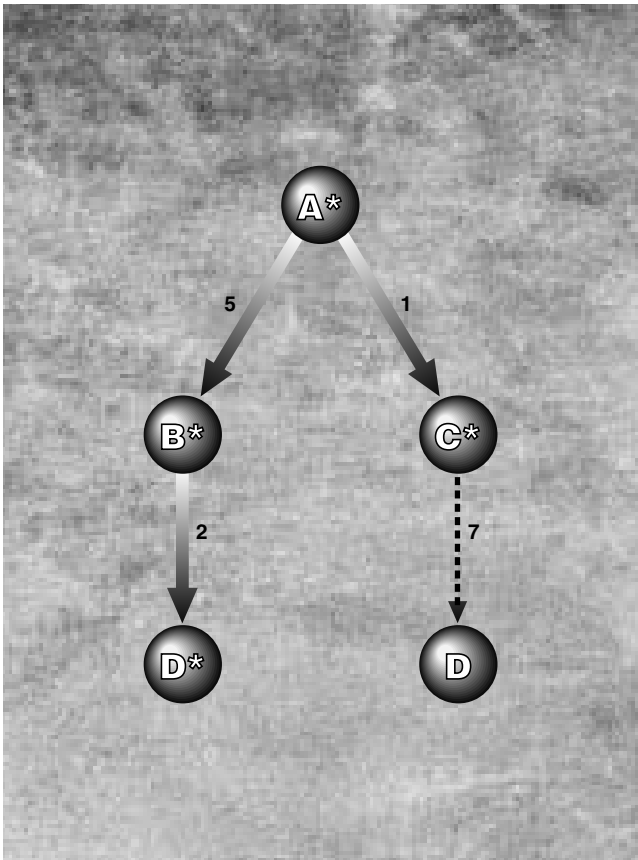


図4 ステップ3

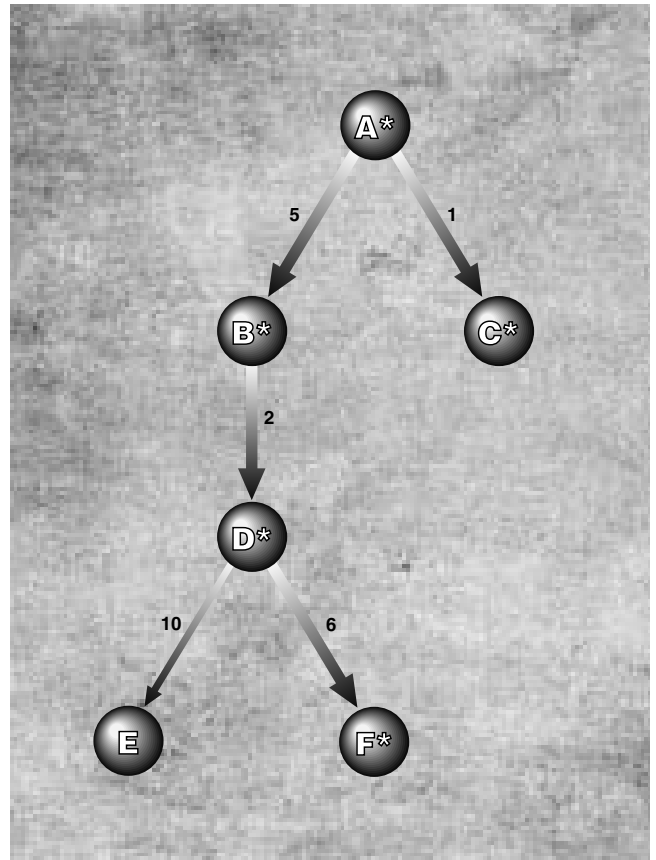


図5 ステップ4

ら先に進む矢印が全部消えてしまったので、これ以降はCから先に進むリンクに関しては調べなくてよい。

ステップ 4

ステップ3で、図中の最小経路はA B Dであったので、Dからまだ最小経路が分かっていないすべてのノードに対するリンクを図に加える。DからはB、C、E、Fに行くリンクがあるが、B、Cはすでに最小経路が分かっているので除外し、図5のよ

うなグラフができる。図5では、A B D EとA B D Fの2つの経路が存在するが、A B D Eのコストが17、A B D Fのコストが13となる。ここでA B D Fが最小の経路なので、D Fの矢印を太くし、またこの時点でFへの最小経路はA B D Fであることが分かるのでFに*の印を付ける。

ステップ 5

ステップ4で、図中の最小経路はA B

D Fであったので、Fからまだ最小経路が分かっていないすべてのノードに対するリンクを図に加える。FからはD、Eに行くリンクがあるが、Dはすでに最小経路が分かっているので除外し、図6のようなグラフができる。図6では、A B D F EとA B D Eの2つの経路が存在するが、A B D F Eのコストが16、A B D Eのコストが17となる。ここでA B D F Eが最小の経路なので、F Eの矢印を太くし、またこの時点でEへの最小経路はA B D F Eである

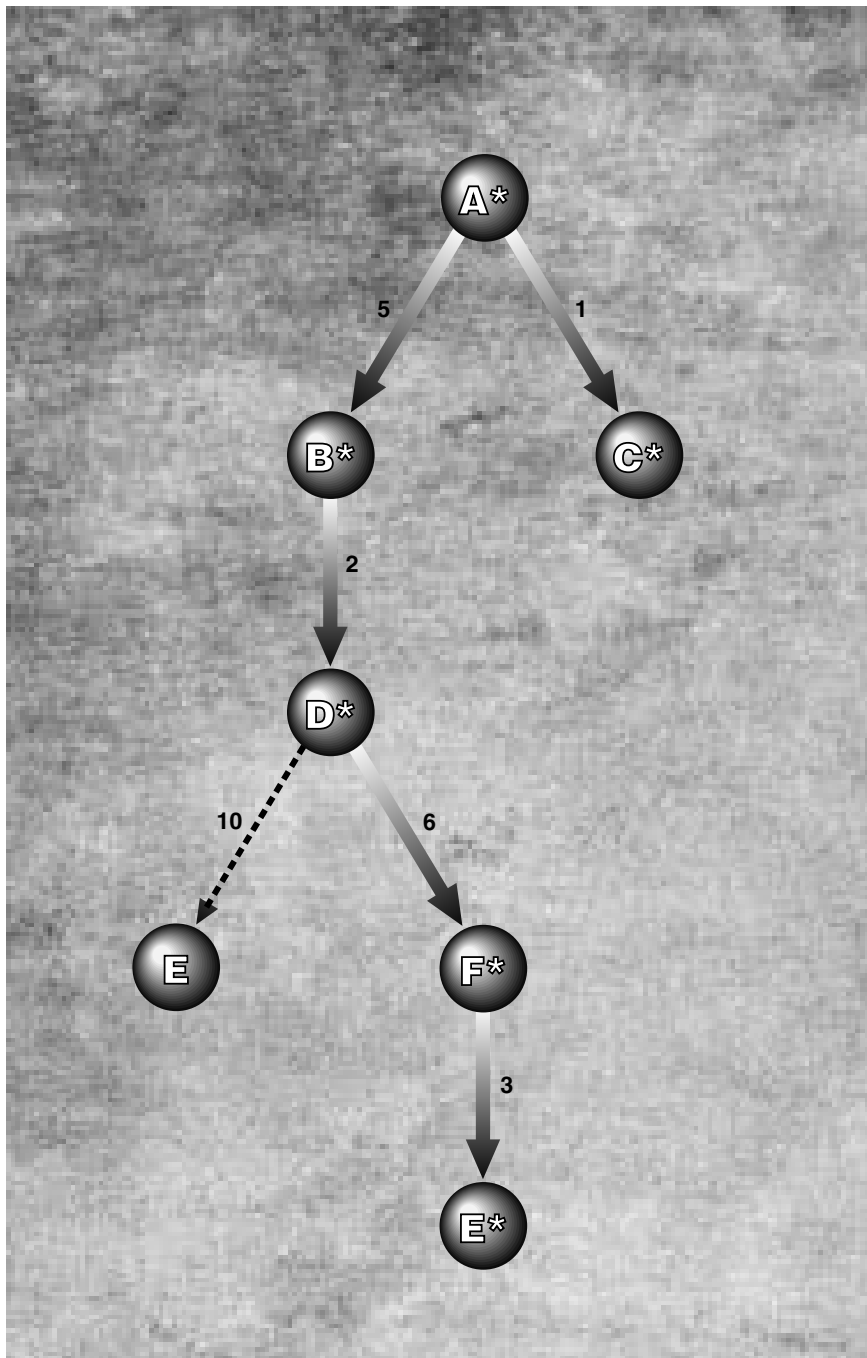


図6 ステップ5

ことが分かるので、Eに*の印を付ける。また経路A B D Eは同じEへの経路でより高いコストを持つので、D Eの矢印を消す。

以上でAからすべてのノードに向かう最小経路が求められたので、アルゴリズムは終了し、図7のような、Aからの最小コストグラフができあがる。

このように、常にその時点での最小経路(Shortest Path)から順に調べられていくので、このアルゴリズムはShortest Path Firstと呼ばれる。



OSPF (Open Shortest Path First) は、このSPFアルゴリズムを用いて経路制御を行うためのプロトコルとして、IETF (Internet Engineering Task Force) によって規定された。最初のO (Open) は、この規格がすべての人に対して公開されるものであることを表すために付けられている。

OSPFでは、非常に大雑把に言って以下の2つのプロセスをとる。

1. OSPFに参加するすべてのルーターが、自分の持つすべてのリンクのコスト、リンクの表すネットワーク、隣接ルーターなどの情報を交換する。これにより、図1のような全体のトポロジー情報をすべてのルーターが持つことになる
2. 各ルーターは得られたトポロジー情報からSPFアルゴリズムを用いてネットワーク全体に対する最適経路を計算する

また、OSPFの特徴としては以下のものが挙げられる。

- ・素早く収束し、ループが起こらない
- ・複数のメトリックを用いることができる
- ・特定のデスティネーションに対して複数の経路を用いることができる
- ・エリアの概念を用いることにより、大規模なネットワークでも用いることができる

ここで注意すべき点は、すべてのルーターが同じトポロジーの情報を持っていないといけないという点である。これはネットワーク上のどこかのリンクが落ちたり、ルーターが落ちたなどという情報が、すぐに全体に伝わらなければならないということの意味している。

また、コストとして単一のメトリックではなく、複数のメトリックを用いることができるということは、TOS (Type Of Service) を用いたルーティングができるという

ことを意味している。たとえば、隣接するノード間のリンクの利用料金を1つのメトリックとして表し、さらにディレイをもう1つのメトリックとして用いて、2種類の最適経路表を持つことができる。IPのヘッダーではこのTOSを表現することができるので、速く届けたいデータグラムに対してはディレイが最小になる経路表を用い、料金を最小にしたいデータグラムに対しては経路の料金が最小になるような経路表を用いなければならないわけである。ただし、1つのデータグラムに対しては経路上のすべてのルーターで一貫して同じ経路表を用いないとループが起こりうるので注意が必要である。

OSPFではこれらを実現するために、さまざまな手法を用いている。プロトコルの詳細については誌面の都合上、次回に譲ることにする。

OSPFは、ルーターが持つリンクの状態の情報を用いることからLink State Routing Protocolとも呼ばれる。これに対して、前に見たRIPのようなプロトコルはDistance Vector Routing Protocolと呼ばれる。

おわりに

難しいことを言っているようだが、結局はすべてのルーターが同じ地図を持って、その地図を見ながら経路制御しましょうね、ということである。最初に述べたように(私のようにずぼらではない)人間様が普通にやっていることをルーティングで実現しただけなのである(なんて、こんな私が偉そうに言えるすじあいではないのだが……)。

今回はOSPFのプロトコルについてもうちょっと詳しく解説してみようと思う。

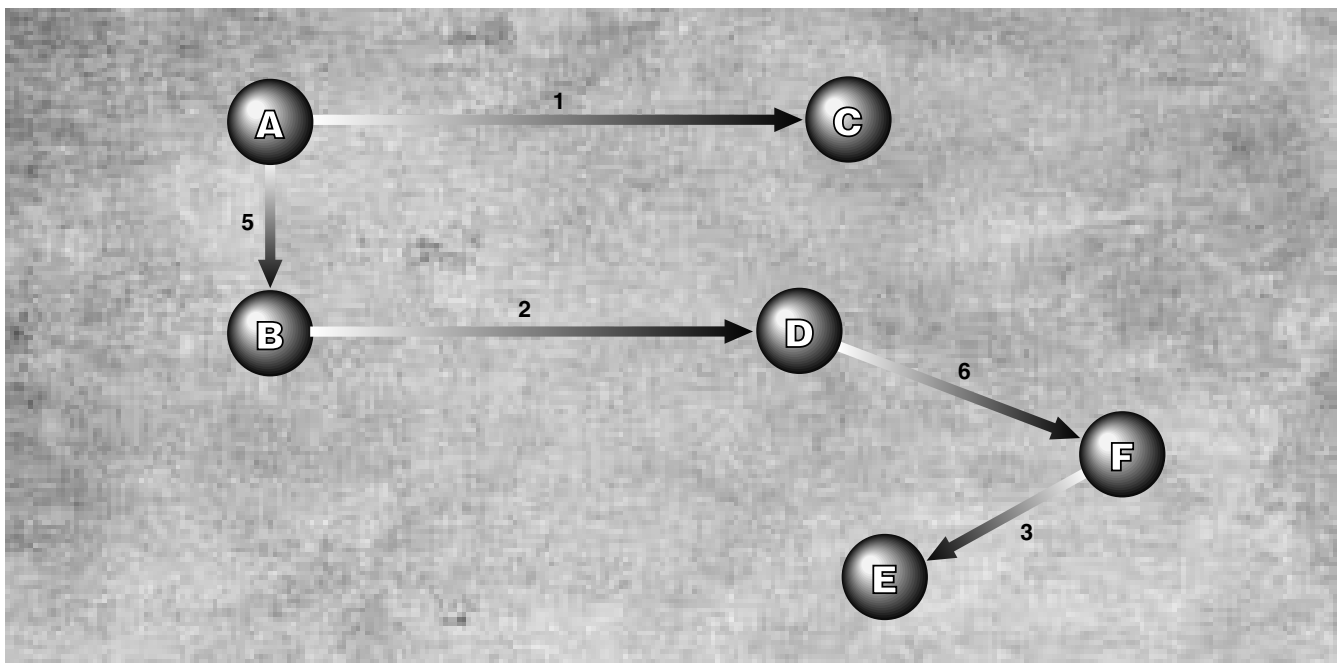


図7 最小コストグラフ



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp