Técnicas de busca e resgate: Aplicação à inteligência computacional

Uma nova abordagem algorítmica aplicada à otimização de buscas

Othon Luiz Teixeira de Oliveira(Eng.)

Programa de Mestrado

Universidade de Pernambuco

Recife, Brasil

otluiz@gmail.com

Fernando Buarque de Lima Neto(PhD)

Programa de Mestrado

Universidade de Pernambuco

Recife, Brasil

fbln@ecomp.poli.br

*Abstract*—This electronic document is a “live” template and already defines the components of your paper [title, text, heads, etc.] in its style sheet. *\*CRITICAL: Do Not Use Symbols, Special Characters, or Math in Paper Title or Abstract*. (*Abstract*)

Keywords—component; formatting; style; styling; insert (key words)

1. Introdução

Este estudo tem por objetivo propor um novo algoritmo de Inteligência Computacional inspirado nas técnicas utilizadas para busca e resgate de mergulhadores, procura por naufrágios, busca e resgate terrestre e qualquer outro tipo de busca de pessoas e objetos numa área vasta e não confinada. São, portanto, técnicas com eficácia comprovada num meio ambiente real tais como: no mar e em terra.

Propomos considerar os elementos da busca chamados aqui de “mergulhadores”, uma vez que esta inspiração advém dos livros de técnicas de busca e resgate de mergulhadores e naufrágios PADI (Professional Association of Diving, AAAA).

A classe dos algoritmos de busca aplicados à inteligência computacional, estudados aqui, remontam à década de 60, a partir dos estudos de Holland (1975) com a introdução dos algoritmos genéticos G.A.(Genetic Algorithm), e Kennedy & Eberhart (1995) com otimização por enxame de partículas P.S.O. (Particle Swarm Optimization) também chamados de meta-heurísticas, pelo fato de tratarem de problemas de busca com complexidade combinatorial que tem o comportamento com taxas de crescimento exponencial conforme exemplificado na equação a seguir:

ƒ(*x*) = αx

onde um pequeno aumento na variação *x* se traduz num aumento exponencial αx.

Diferentemente das meta-heurísticas já vistas, cuja inicialização das posições das partículas se dá de forma aleatória, tanto para as técnicas em enxames (ex: P.S.O.), como para as técnicas evolucionárias (ex: G.A.), aqui propomos inicializar os elementos da busca (mergulhadores) a partir de evidências encontradas no meio ambiente ou onde provavelmente ocorre o espaço da busca.

1. Dos mergulhadores
   1. Marcação do ambiente

Na busca e resgate de mergulhadores e naufrágios procuramos por evidências que possam servir para marcação do ambiente ou de um referencial a fim de iniciar a busca. Essas evidências são imutáveis ao longo do espaço de busca e do tempo que durar a busca, salvo se a busca não retorne nada, daí devamos procurar por outras evidências que não foram consideradas.

Por exemplo: uma busca por mergulhadores desparecidos, fica evidente quando: um mergulhador vem a superfície sem seu parceiro ou uma pessoa que está na costa vê alguém pedir ajuda, neste caso um poderia ser um banhista que venha a se afogar.

Para a busca de um naufrágio observa-se se há alguns objetos que possam estar flutuantes(no mar por exemplo), verifica-se a rota do barco para localização do acidente, etc.

Qualquer evidência serve de referencial para marcar o ambiente da busca, contudo, o maior número de evidências melhora a concepção dum referencial para iniciar a busca.

Nestes dois casos tem que haver um referencial ou um marco para inicialização da busca. Em ambos os casos há que se considerar variantes do meio ambiente tais como correntes marinhas, vento, posição geográfica, horário da ocorrência, topologia, etc.

Uma vez encontradas o maior número de evidências, cruza-se essas informações com as variantes ambientais e passa-se a traçar os parâmetros da busca.

* 1. Recursos e Técnicas de busca

Numa situação de busca no mar, por mergulhadores e naufrágios, ou num terreno, para o caso dos bombeiros, os recursos empregados (humanos e equipamentos) são limitados, portanto o emprego dos padrões de movimentos apresentados nas figuras a seguir refletem este ambiente e as variáveis ambientais e os recursos utilizados poderão ser limitados por fatores inerentes a esses ambientes.

Com recursos computacionais os limites poderão ser bem mais alargados e para estes casos não ficamos limitados aos mesmos recursos humanos e de equipamentos, por exemplo podemos adicionar um número muito maior de mergulhadores na simulação por computador.

Por outro lado acreditamos que haja um número ótimo de mergulhadores empregados para cada ambiente e para cada topologia de busca.

No tocante às técnicas de busca, existe um padrão que se traduz basicamente em movimentos simples mas que procuram inspecionar minuciosamente uma área previamente determinada (padrão PADI e Bombeiros). Os movimentos apresentados a seguir refletem um comportamento padronizado que descreve a letra 'U' (figura 1) por exemplo, começa no sentido da direita para a esquerda, o mergulhador percorre uma distância previamente estabelecida. Em seguida, faz um giro a 90° para baixo, percorre outra distância também previamente estabelecida (base da letra U) e faz outro giro a 90° para a direita, percorre a mesma distância que fez no sentido anterior, novamente faz outro giro a 90º para baixo e repete o sentido descrito anteriormente até chegar ao fim. Assim o mergulhador terá examinado uma área previamente determinada, esta se parecerá com um retângulo. A base e a altura desse retângulo compõem as dimensões totais da área de que o mergulhador terá que investigar à procura das evidências de que precisamos para guiar as buscas. Este movimento (em forma de “U”) é a base para a maioria dos movimentos e muitas vezes combinado com outros padrões descrevem áreas diferentes que não a de um retângulo, por exemplo a figura 3, como poderemos ver mais adiante, descreverá um semicírculo. O que define qual o padrão de movimento a ser empregado será a topologia da área a ser buscada (o terreno para o caso dos bombeiros). A topologia é um fator limitante para alguns padrões de movimento e algumas vezes pode ser impossível aplicar determinado padrão. As figuras a seguir ilustram o que foi descrito.

* Busca em U

A description...

Figura 1

O cabo que prende o mergulhador da figura 1 é um fator que pode limitar o espaço da busca, contudo caso não haja o cabo, o referencial permanece fixo. Portanto sem o cabo pode-se cobrir uma área maior. Quando esta técnica é combinada com um barco à superfície a busca pode ser conduzida com mais precisão porque o barco controla o padrão da superfície de busca e a área poderá ser bem maior e complexa.

* Busca em Quadrado Expandido

A description...

Figura 2

O quadrado expandido (ou em espiral) funciona bem quando a visibilidade é limitada e acredita-se que o mergulhador/acidente não está longe, pode-se entender com uma busca mais refinada ou localizada. É uma boa opção quando se possui apenas um grupo de busca. O padrão começa onde o mergulhador(ou o acidente) foi visto pela última vez e se expande de dentro para fora.

* Busca em U com espiral

A description...

Figura 3

Outros padrões de busca podem ser variações dos vistos anteriormente. O padrão de busca em U combinado com o padrão de busca quadrado expandido (espiral) é o resultado deste novo padrão de busca. Este normalmente se faz de “fora para dentro”, contudo para ambiente de simulação por computador nada impede que seja feito em sentido contrário.

* Busca em paralelo

![A description...](data:None;base64,)

Figura 4

Neste padrão de busca em paralelo, utilizam-se vários mergulhadores alinhados paralelamente e espaçados um do outro pelo campo de visão entre os mergulhadores, dois a dois. Esse espaço de visão entre dois mergulhadores diminui a incerteza da busca já que a área da busca entre eles é “visada por mais olhos”. Este padrão de busca contém uma peculiaridade interessante que mais adiante formulamos uma hipótese matemática para a distância mínima e máxima entre dois mergulhadores baseado numa análise estatística.

* Busca em paralelo combinada com espiral

A description...

* + 1. Figura 5

Esta técnica combina o melhor da busca em paralelo com a busca em espiral. A linha que separa os mergulhadores pode estar fixa em um ponto central, neste caso tornará o movimento circular. No caso de simulação por computador o conceito de linha que separa os mergulhadores serve unicamente para sinalizar que deve haver comunicação entre eles. Este padrão de busca poderá abranger uma área muito extensa e complexa, com grau de incerteza reduzido.

* 1. Diminuição da Incerteza

As buscas em que haja mergulhadores dispostos em paralelo, tais como, busca em paralelo e busca em paralelo combinada com espiral têm uma característica interessante quando analisadas do ponto de vista estatístico.

A área de intersecção entre duas distribuições normais(ou outra distribuição) diminui a incerteza. Isso é facilmente provado por análises estatísticas, por exemplo: onde o campo de visibilidade de um mergulhador F coincide com o campo de visibilidade de um mergulhador G, aumenta a certeza entre eles, a equação abaixo exemplifica isso (H é o aumento da certeza ou diminuição da incerteza).

F x G = H

Este fenômeno ocorre desde que haja um número mínimo de pontos coincidentes entre duas distribuições, ou seja, quando o campo de visão entre dois mergulhadores se cruza há um aumento da certeza entre eles.

Por outro lado, a posição entre dois mergulhadores não deverá ser muito próxima, para que o campo de visão dos mergulhadores não se sobreponha em demasia, nem tampouco ser muito distante, de modo que não haja pontos em comum. Suas posições deverão ter uma distância mínima e máxima regulamentar, para não prejudicar a eficácia da busca nem o valor H obtido com a diminuição da incerteza.

Deve haver uma distância regulamentar ótima que produza um resultado mais eficaz. A dimensão da busca abrangida por esse padrão poderá aumentar quase que indefinidamente desde que se acrescente mais mergulhadores. Deve haver um número ótimo de mergulhadores que produza um resultado mais eficiente.

* 1. Representação gráfica da incerteza

As curvas 'b' e 'c' tem muitos pontos em comum com a curva 'd', mas são muito pouco. A título de exemplo vamos considerar a curva 'a' como o resultado do cruzamento dos pontos da curva 'b' e da curva 'c'.

b x c = a

O grau de incerteza da área descrita pela curva 'a' (resultado da representação gráfica da visão de um mergulhador) diminui à medida que outro mergulhado também vê a mesma área, então o grau de certeza entre dois mergulhadores é muito maior. Os pontos em comum entre as curvas 'd' e 'b' e entre as curvas 'd' e 'c' são poucos, portanto para este exemplo vamos considerar insignificantes. Este padrão de busca parece ser o mais eficaz, contudo há que se medir a eficácia deste padrão a fim de não comprometer a eficiência global do algoritmo.

A description...

Gráfico 1

As técnicas de busca descritas até agora, pelos padrões de movimento dos mergulhadores, são também utilizadas pelas corporações dos bombeiros e por outras instituições que realizam busca e resgate, estas podem, inclusive, ser aplicadas em outras situações que envolvam busca. Assim, elas inspiram o desenvolvimento de um algoritmo de otimização de busca, implementado em ambiente computacional. É dessa proposição que nos ocuparemos a seguir.

1. Variáveis e Constantes

Um mergulhador deve atualizar sua posição em relação as evidências encontradas no ambiente da busca. Dessa forma acredita-se que estará no caminho certo (objetivo). Assim que encontrar alguma evidência que o leve mais próximo do objetivo deve atualizar o valor da variável responsável pela sua posição. Esta variável é nada mais que a coordenada absoluta correspondente ao inicio do movimento efetuado pelo mergulhador ou seja, sua coordenada [x;y] (se duas dimensões) de onde começou os movimentos quando aplicado um determinado padrão de busca, por exemplo, se o padrão de busca for busca em quadrado expandido, o centro da espiral será essa coordenada [x;y]. Ao ser encontrar a evidência esta será atualizada, da seguinte forma, para o caso de duas dimensões fica [x+α; y+α] onde α será o *step size* de atualização da coordenada em relação à origem do movimento do mergulhador. Ao atualizar a coordenada, o mergulhador segue com o movimento que havia começado. As constantes que se mantém ao longo da busca serão:

* numero de mergulhadores
* padrão de busca (tipos de movimentos)
* dimensão da busca (2, 3, ...n)
* raio (para o caso do padrão em espiral)

Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title or heads unless they are unavoidable.

* 1. Units
* Use either SI (MKS) or CGS as primary units. (SI units are encouraged.) English units may be used as secondary units (in parentheses). An exception would be the use of English units as identifiers in trade, such as “3.5-inch disk drive”.
* Avoid combining SI and CGS units, such as current in amperes and magnetic field in oersteds. This often leads to confusion because equations do not balance dimensionally. If you must use mixed units, clearly state the units for each quantity that you use in an equation.
* Do not mix complete spellings and abbreviations of units: “Wb/m2” or “webers per square meter”, not “webers/m2”. Spell out units when they appear in text: “. . . a few henries”, not “. . . a few H”.
* Use a zero before decimal points: “0.25”, not “.25”. Use “cm3”, not “cc”. (*bullet list*)
  1. Equations

The equations are an exception to the prescribed specifications of this template. You will need to determine whether or not your equation should be typed using either the Times New Roman or the Symbol font (please no other font). To create multileveled equations, it may be necessary to treat the equation as a graphic and insert it into the text after your paper is styled.

Number equations consecutively. Equation numbers, within parentheses, are to position flush right, as in (1), using a right tab stop. To make your equations more compact, you may use the solidus ( / ), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use a long dash rather than a hyphen for a minus sign. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in

*a**b* 

Note that the equation is centered using a center tab stop. Be sure that the symbols in your equation have been defined before or immediately following the equation. Use “(1)”, not “Eq. (1)” or “equation (1)”, except at the beginning of a sentence: “Equation (1) is . . .”

* 1. Some Common Mistakes
* The word “data” is plural, not singular.
* The subscript for the permeability of vacuum **0, and other common scientific constants, is zero with subscript formatting, not a lowercase letter “o”.
* In American English, commas, semi-/colons, periods, question and exclamation marks are located within quotation marks only when a complete thought or name is cited, such as a title or full quotation. When quotation marks are used, instead of a bold or italic typeface, to highlight a word or phrase, punctuation should appear outside of the quotation marks. A parenthetical phrase or statement at the end of a sentence is punctuated outside of the closing parenthesis (like this). (A parenthetical sentence is punctuated within the parentheses.)
* A graph within a graph is an “inset”, not an “insert”. The word alternatively is preferred to the word “alternately” (unless you really mean something that alternates).
* Do not use the word “essentially” to mean “approximately” or “effectively”.
* In your paper title, if the words “that uses” can accurately replace the word “using”, capitalize the “u”; if not, keep using lower-cased.
* Be aware of the different meanings of the homophones “affect” and “effect”, “complement” and “compliment”, “discreet” and “discrete”, “principal” and “principle”.
* Do not confuse “imply” and “infer”.
* The prefix “non” is not a word; it should be joined to the word it modifies, usually without a hyphen.
* There is no period after the “et” in the Latin abbreviation “et al.”.
* The abbreviation “i.e.” means “that is”, and the abbreviation “e.g.” means “for example”.

An excellent style manual for science writers is [7].

1. Using the Template

After the text edit has been completed, the paper is ready for the template. Duplicate the template file by using the Save As command, and use the naming convention prescribed by your conference for the name of your paper. In this newly created file, highlight all of the contents and import your prepared text file. You are now ready to style your paper; use the scroll down window on the left of the MS Word Formatting toolbar.

* 1. Authors and Affiliations

The template is designed so that author affiliations are not repeated each time for multiple authors of the same affiliation. Please keep your affiliations as succinct as possible (for example, do not differentiate among departments of the same organization). This template was designed for two affiliations.

* + 1. For author/s of only one affiliation (Heading 3): To change the default, adjust the template as follows.
       1. Selection (Heading 4): Highlight all author and affiliation lines.
       2. Change number of columns: Select the Columns icon from the MS Word Standard toolbar and then select “1 Column” from the selection palette.
       3. Deletion: Delete the author and affiliation lines for the second affiliation.
    2. For author/s of more than two affiliations: To change the default, adjust the template as follows.
       1. Selection: Highlight all author and affiliation lines.
       2. Change number of columns: Select the “Columns” icon from the MS Word Standard toolbar and then select “1 Column” from the selection palette.
       3. Highlight author and affiliation lines of affiliation 1 and copy this selection.
       4. Formatting: Insert one hard return immediately after the last character of the last affiliation line. Then paste down the copy of affiliation 1. Repeat as necessary for each additional affiliation.
       5. Reassign number of columns: Place your cursor to the right of the last character of the last affiliation line of an even numbered affiliation (e.g., if there are five affiliations, place your cursor at end of fourth affiliation). Drag the cursor up to highlight all of the above author and affiliation lines. Go to Column icon and select “2 Columns”. If you have an odd number of affiliations, the final affiliation will be centered on the page; all previous will be in two columns.
  1. Identify the Headings

Headings, or heads, are organizational devices that guide the reader through your paper. There are two types: component heads and text heads.

Component heads identify the different components of your paper and are not topically subordinate to each other. Examples include Acknowledgments and References and, for these, the correct style to use is “Heading 5”. Use “figure caption” for your Figure captions, and “table head” for your table title. Run-in heads, such as “Abstract”, will require you to apply a style (in this case, italic) in addition to the style provided by the drop down menu to differentiate the head from the text.

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced. Styles named “Heading 1”, “Heading 2”, “Heading 3”, and “Heading 4” are prescribed.

* 1. Figures and Tables
     + 1. Positioning Figures and Tables: Place figures and tables at the top and bottom of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be below the figures; table heads should appear above the tables. Insert figures and tables after they are cited in the text. Use the abbreviation “Fig. 1”, even at the beginning of a sentence.

1. Table Type Styles

| Table Head | Table Column Head | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Table column subhead | Subhead | Subhead |
| copy | More table copya |  |  |

1. Sample of a Table footnote. (*Table footnote*)
2. Example of a figure caption. (*figure caption*)

Figure Labels: Use 8 point Times New Roman for Figure labels. Use words rather than symbols or abbreviations when writing Figure axis labels to avoid confusing the reader. As an example, write the quantity “Magnetization”, or “Magnetization, M”, not just “M”. If including units in the label, present them within parentheses. Do not label axes only with units. In the example, write “Magnetization (A/m)” or “Magnetization {A[m(1)]}”, not just “A/m”. Do not label axes with a ratio of quantities and units. For example, write “Temperature (K)”, not “Temperature/K”.

* + - * 1. Acknowledgment *(Heading 5)*

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g”. Avoid the stilted expression “one of us (R. B. G.) thanks ...”. Instead, try “R. B. G. thanks...”. Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

* + - * 1. References

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first ...”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors’ names; do not use “et al.”. Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [4]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [5]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

1. G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529–551, April 1955. *(references)*

We suggest that you use a text box to insert a graphic (which is ideally a 300 dpi TIFF or EPS file, with all fonts embedded) because, in an MSW document, this method is somewhat more stable than directly inserting a picture.

To have non-visible rules on your frame, use the MSWord “Format” pull-down menu, select Text Box > Colors and Lines to choose No Fill and No Line.

1. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
2. I. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
3. K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
4. R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” J. Name Stand. Abbrev., in press.
5. Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
6. M. Young, The Technical Writer’s Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.