

**Novática**, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de **ATI** (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista **REICIS** (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** edita asimismo **UPGRADE**, revista digital de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de **UPENET** (UPGRADE European NETWORK).

<<http://www.ati.es/novatica/>>  
 <<http://www.ati.es/reicis/>>  
 <<http://www.upgrade-cepis.org/>>

**ATI** es miembro fundador de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en **IFIP** (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con **ACM** (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con **AdaSpain**, **Ai2**, **ASTIC** e **HispaniLinux**, junto a la que participa en **Prolnnova**.

**Consejo Editorial**

Antoni Carbonell Nogueras, Juan Manuel Cueva Lovelle, Juan Antonio Esteban Iriarte Francisco López Crespo, Celestino Martín Alonso, José Molas i Bertrán, Olga Pallás Codina, Fernando Píera Gómez (Presidente del Consejo), Ramón Puigjaner Trepat, Miquel Sàrries Griño, Asunción Yturbe Herranz

**Coordinación Editorial**

Llorenç Pagés Casas <pages@ati.es>

**Composición y autedición**

Jorge Lázcar Gil de Ramales

**Traducciones:**

Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gi/lengua-informatica/>>, Dpto. de Sistemas Informáticos - Escuela Superior Politécnica - Universidad Europea de Madrid

**Administración**

Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

**Sociedades Técnicas - Coordinadores**

**Administración Pública electrónica**

Francisco López Crespo (MAE), <[flc@ati.es](mailto:flc@ati.es)>  
 Gumersindo García Arribas, <[gumersindo.garcia@map.es](mailto:gumersindo.garcia@map.es)>

**Arquitecturas**

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza) <[enrique.torres@unizar.es](mailto:enrique.torres@unizar.es)>  
 Jordi Tubellà Morgadas (DAC-UPC) <[jordi@ac.upc.es](mailto:jordi@ac.upc.es)>

**Auditoría SITIC**

Marina Tourinho Troitiño, Manuel Palao García-Suelto (ASIA) <[marinatourino@marinatourino.com](mailto:marinatourino@marinatourino.com)>, <[manuel@palao.com](mailto:manuel@palao.com)>

**Derecho e Tecnologías**

Isabel Hernando Colinas (Fac. Derecho de Donostia, UPV) <[ihernando@legalek.net](mailto:ihernando@legalek.net)>  
 Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara) <[edavara@davara.com](mailto:edavara@davara.com)>

**Enseñanza Universitaria de la Informática**

Joaquín Ezpeleta Mateo (UPS-UZAR) <[ezpeleta@posta.unizar.es](mailto:ezpeleta@posta.unizar.es)>  
 Cristóbal Pareja Flores (DSIC-UCM) <[cpareja@sip.ucm.es](mailto:cpareja@sip.ucm.es)>

**Gestión del Conocimiento**

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young) <[juan.baiget@ati.es](mailto:juan.baiget@ati.es)>

**Informática y Filosofía**

Josep Corco Juvinyà (UIIC) <[jcorco@unica.edu](mailto:jcorco@unica.edu)>  
 Esperanza Marcos Martínez (ESETC-URJC) <[cuca@esetc.urjc.es](mailto:cuca@esetc.urjc.es)>

**Informática Gráfica**

Miguel Chover Salles (Universitat Jaume I de Castellón) <[chover@lei.uji.es](mailto:chover@lei.uji.es)>  
 Roberto Vivó Hernando (Eurographics, sección española) <[rvido@dsic.upv.es](mailto:rvido@dsic.upv.es)>

**Ingeniería del Software**

Javier Dolado Costín (DLSI-UPV) <[dolado@si.ehu.es](mailto:dolado@si.ehu.es)>  
 Luis Fernández Sanz (PRIS-EI-UEM) <[lufern@dpriis.est.uem.es](mailto:lufern@dpriis.est.uem.es)>

**Inteligencia Artificial**

Federico Barber Sanchis, Vicente Botti Navarro (DSIC-UPV) <[fvbotti\\_barber@dsic.upv.es](mailto:fvbotti_barber@dsic.upv.es)>

**Interacción Persona-Computador**

Julio Abascal González (FI-UPV) <[julio@si.ehu.es](mailto:julio@si.ehu.es)>  
 Jesús Lorés Vidal (Univ. de Lleida) <[jesus@eup.udl.es](mailto:jesus@eup.udl.es)>

**Internet**

Alonso Álvarez García (TID) <[alonso@ati.es](mailto:alonso@ati.es)>  
 Llorenç Pagés Casas (Indra) <pages@ati.es>

**Lengua e Informática**

M. del Carmen Ugarde García (IBM) <[cugarte@ati.es](mailto:cugarte@ati.es)>

**Lenguajes Informáticos**

Andrés Marín López (Univ. Carlos III) <[amarin@it.uc3m.es](mailto:amarin@it.uc3m.es)>  
 J. Angel Velázquez Hurbide (ESETC-URJC) <[a.velazquez@esetc.urjc.es](mailto:a.velazquez@esetc.urjc.es)>

**Lingüística computacional**

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <[xgg@uvigo.es](mailto:xgg@uvigo.es)>  
 Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <[mpalomar@dsi.usi.es](mailto:mpalomar@dsi.usi.es)>

**Mundo estudiantil**

Adolfo Vázquez Rodríguez (Rama de Estudiantes del IEEE-UCM) <[a.vazquez@ieee.org](mailto:a.vazquez@ieee.org)>

**Profesión Informática**

Rafael Fernández Calvo (ATI) <[rfcalvo@ati.es](mailto:rfcalvo@ati.es)>  
 Miquel Sàrries Griño (Ayto. de Barcelona) <[msarries@ati.es](mailto:msarries@ati.es)>

**Redes y servicios telemáticos**

José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <[joseluis.marzo@udg.es](mailto:joseluis.marzo@udg.es)>  
 Jospé Solé Pareta (DAC-UPC) <[pareta@ac.upc.es](mailto:pareta@ac.upc.es)>

**Seguridad**

Javier Areltío Bertolin (Univ. de Deusto) <[jareltio@esid.deusto.es](mailto:jareltio@esid.deusto.es)>  
 Javier López Muñoz (ETS Informática-UMA) <[jlm@icc.uma.es](mailto:jlm@icc.uma.es)>

**Sistemas de Tiempo Real**

Alejandro Alfonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM) <[jalonso@iupente@dit.upm.es](mailto:jalonso@iupente@dit.upm.es)>

**Sistemas Libres**

Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quirós (GSYC-URJC) <[jgb.pheras@gsyc.esetc.urjc.es](mailto:jgb.pheras@gsyc.esetc.urjc.es)>

**Tecnología de Objetos**

Jesús García Molina (DIS-UM) <[jmolina@correo.um.es](mailto:jmolina@correo.um.es)>  
 Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP, Argentina) <[gustavo@sol.info.unlp.edu.ar](mailto:gustavo@sol.info.unlp.edu.ar)>

**Tecnologías para la Educación**

Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M) <[dodero@inf.uc3m.es](mailto:dodero@inf.uc3m.es)>  
 Julia Minquillón i Alfonso UDOO <[jminquillon@uoc.edu](mailto:jminquillon@uoc.edu)>

**Tecnologías y Empresa**

Pablo Hernández Medrano (Bluemat) <[pablohm@bluemat.biz](mailto:pablohm@bluemat.biz)>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <[aguayo\\_guevara@icc.uma.es](mailto:aguayo_guevara@icc.uma.es)>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o *copyright* elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

**Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid**

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid  
 Tfn. 91 4029391 - fax. 91 3093685 <[novatica@ati.es](mailto:novatica@ati.es)>

**Composición, Edición y Redacción ATI Valencia**

Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia  
 Tfn./fax 96 3303092 <[secretaria@ati.es](mailto:secretaria@ati.es)>

**Administración y Redacción ATI Cataluña**

Ciudad de Granada 131, 08018 Barcelona  
 Tfn. 93 4125235; fax 93 4127713 <[secretgen@ati.es](mailto:secretgen@ati.es)>

**Redacción ATI Andalucía**

Isaac Newton, s/n, Ed. Sadiel,  
 Isla Cartuja 41092 Sevilla, Tfn./fax 95 4460779 <[secretand@ati.es](mailto:secretand@ati.es)>

**Redacción ATI Aragón**

Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza,  
 Tfn./fax 97 6235101 <[secretara@ati.es](mailto:secretara@ati.es)>

**Redacción ATI Asturias-Cantabria**

<[qp-asturcanl@ati.es](mailto:qp-asturcanl@ati.es)>  
**Redacción ATI Castilla-La Mancha** <[qp-clmancha@ati.es](mailto:qp-clmancha@ati.es)>

**Subscripción y Ventas**

<<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, o en ATI Cataluña o ATI Madrid

**Publicidad**

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid  
 Tfn. 91 4029391; fax. 91 3093685 <[novatica.publicidad@ati.es](mailto:novatica.publicidad@ati.es)>

**Imprenta**

Derris S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona.  
 Depósito legal: B 15.154-1975 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVACB

Partidas: Pioneros TIC (Ada Byron), RFOalvo / (C) Rafael Fernández Calvo 2006  
 Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2006

**editorial**

**Formatos de documento abiertos, una clave para el progreso en resumen** > 02

**La profesión informática europea del siglo XXI** > 02

*Llorenç Pagés Casas*

**noticias IFIP**

**19th IFIP World Computer Congress, WCC 2006** > 03

*Ramon Puigjaner Trepat*

**monografía**

**El Proceso de Bolonia y la profesión informática**

*(En colaboración con UPGRADE)*

Editores invitados: *Juan José Cuadrado Gallego, Luigi Buglione*

**Presentación. El Proceso de Bolonia y la profesión informática** > 05

*Juan José Cuadrado Gallego, Luigi Buglione*

**El profesionalismo en las Tecnologías de la Información** > 07

*Charles Hughes*

**Por el cambio de verdad (o la modificación de los estudios de Ingenierías Informáticas vista por un estudiante)** > 11

*Mikel Salazar Peña*

**Evolución de los estudios de Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior** > 12

*Juan José Cuadrado Gallego, León González Sotos, Daniel Rodríguez García, Miguel Ángel Sicilia Urbán*

**El Proceso de Bolonia: la experiencia italiana** > 18

*Luigi Buglione*

**El Proceso de Bolonia y la experiencia neerlandesa** > 22

*Maya Daneva*

**Evolución histórica de las carreras informáticas: un informe de la experiencia alemana** > 28

*René Braungarten, Martin Kunz, Reiner R. Dumke*

**Experiencia piloto ECTS en la Ingeniería Técnica Informática de Gestión y de Sistemas** > 34

*José Luis Álvarez Macías, Manuel J. Redondo González, Javier Aroba Páez, Beatriz Aranda Louvier, Patricio Salmerón Revuelta*

**secciones técnicas**

**Enseñanza Universitaria de la Informática**

**Alumno Rupérez, ¡está vd. despedido!** > 40

*Miren Bermejo, Ray Fernández*

**Redes y servicios telemáticos**

**Redes R-ALPHA DS-CDMA multicelulares con control de potencia rápido sobre canales Nakagami selectivos en frecuencia** > 44

*Loren Carrasco Martorell, Guillem Femenias Nadal*

**Tecnologías y Empresa**

**El papel de las Tecnologías de Información y la memoria organizacional dentro de las empresas inteligentes** > 52

*Alonso Perez-Soltero*

**Referencias autorizadas** > 56

**sociedad de la información**

**Futuros emprendedores**

**eCoology: un sistema para aprender jugando** > 63

*Raquel Acosta Navarro, Alejandro Catalá Bolós, Jose Miguel Esteve Ferrandis, Jose Antonio Mocholí Agües, Javier Jaén Martínez*

*Jose Antonio Mocholí Agües, Javier Jaén Martínez*

**Personal y transferible**

**La Red del Siglo XXI: Convergencia de las redes eléctrica y de telecomunicaciones** > 68

*José Morales Barroso*

**Novática interactiva**

**La integración de los estudiantes informáticos en la vida profesional** > 73

*Foro de Debate*

**Programar es crear**

**Cuadrados (CUPCAM 2005, problema fase local UCM, enunciado)** > 74

*Cristóbal Pareja Flores*

**Subexpresiones (CUPCAM 2005, problema H, solución)** > 75

*Ángel Herranz Nieva, Manuel Carro Liñares*

**asuntos interiores**

**Coordinación editorial / Programación de Novática / Subsanando un olvido** > 76

**Normas de publicación para autores / Socios Institucionales** > 77

**Monografía del próximo número: "Servicios web"**

Ángel Herranz Nieva, Manuel Carro Liñares

Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid

<{aherranz, mcarro}@fi.upm.es

Recordemos que el problema consistía en determinar el número de veces que una expresión es subexpresión de otra bajo el siguiente lenguaje:

$$E ::= f/0 \mid f/m e_1 \dots e_m \quad (0 < m < 10)$$

donde  $f/n$  es un símbolo de función,  $f$  una letra de la  $a$  a la  $z$  y  $n$  un número natural menor que 10.

La ventaja de ser el autor de un enunciado es que, al comentar la solución, uno sabe en lo que pensaba el autor que ideó el problema. En este caso se pretendía proponer un problema sencillo de resolver pero forzando una implementación basada en árboles. Sin embargo, la gramática con la que se ha definido el lenguaje es no ambigua lo que convierte el problema en un problema extremadamente sencillo: número de apariciones de una cadena dentro de otra cadena.

## Subcadena

Una buena estrategia en un concurso de programación es intentar una solución *naive* a una problema más general, en este caso el problema más general es el de encaje de cadenas. Sin embargo, la solución genérica al problema de encaje de cadenas puede adaptarse a nuestro problema si se aprecian las siguientes propiedades:

- Los símbolos del alfabeto ocupan tres caracteres.
- Si la cadena  $s$  de longitud  $|s|$  que representa una expresión del lenguaje es encontrada a partir de la posición  $p$  en la cadena  $e$  que representa otra expresión, entonces la siguiente aparición de  $s$  en  $e$  no se producirá antes de la posición  $p+|s|$ .

No consideramos necesario comentar el siguiente programa C que resuelve el problema.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

#define N 3000

/*
 * Devuelve le número de apariciones
 * de s en e
 */
int n_ocurrencias(char *s,
                  char *e);

int main()
{
```

```
char s[N], e[N];

while (gets(s))
{
    gets(e);
    printf("%i\n",
           n_ocurrencias(s,e));
}
return 0;
}

int es_subexpr(char *s, char *e)
{
    while (*s != '\0' && *e != '\0'
           && *s == *e) {
        s++;
        e++;
    }
    if (*s == '\0') return 0;
    if (*e == '\0') return -1;
    return 1;
}

int n_ocurrencias(char *s, char *e)
{
    int l = strlen(s);
    int n = 0;
    /* Cuidado si |e| < |s| */
    while (*e != '\0') {
        switch (es_subexpr(s,e)) {
            case -1:
                /* |e| < |s| */
                return 0;
                break;
            case 0:
                /* s ES PREFIJO de e */
                n++;
                e += 1;
                break;
            case 1:
                /* s NO ES PREFIJO DE e */
                e += 3;
                break;
        }
    }
    return n;
}
```

## ¿Y con árboles?

El complejidad de la solución anterior es lineal con respecto al producto de las longitudes de las cadenas. Si  $n$  es el número de veces que la expresión  $s$  es subexpresión de  $e$  y  $|e|$  y  $|s|$  son las longitudes de las frases que representan  $e$  y  $s$  respectivamente, entonces la complejidad de la solución es<sup>1</sup>

$$O(n|s| + |e||s| - n|s|^2)$$

Las propiedades mencionadas anteriormente nos llevan a que  $n < |e||s|$  siendo el peor caso  $n = 0$ :

$$O(|e||s|)$$

Dicha complejidad es del mismo orden que la complejidad en el peor caso de la solución *naive* al encaje de cadenas.

Una duda que nos surge es si, en el caso de representar las expresiones directamente como árboles, la complejidad de una solución *naive* sobre árboles puede llegar a ser inferior a la del programa presentado. No vamos a realizar una demostración rigurosa de que la complejidad no es menor pero vamos a intentar ofrecer al lector argumentos que le permitan confiar en la anterior afirmación.

Si lo que se busca es comprobar el número de veces que la expresión  $s$  es subexpresión de  $e$  se hace necesario comprobar si el árbol  $s$  es idéntico a cada subárbol de  $e$ . El número de subárboles de  $e$  es exactamente su número de nodos, que es a su vez un tercio de la longitud de la cadena que representa la expresión. La complejidad de la igualdad entre árboles es del orden del número de nodos menor de los dos árboles a comparar. La complejidad en el peor caso es  $O(|e||s|)$ .

## Mejor solución

En [1] se analiza con detalle el problema de encontrar el número de apariciones de una cadena en otra. Desde el punto de vista de la complejidad, las mejores soluciones son aquellas que construyen un autómata finito a partir de la expresión patrón por buscar. Dicho autómata es alimentado con la cadena sobre la que se hace la búsqueda y en tiempo lineal con respecto a la longitud de dicha cadena el autómata decide sobre la aparición del patrón. La construcción del autómata se hace en tiempo lineal con respecto a la cadena, por lo que la complejidad total es  $O(|e| + |s|)$ .

**Referencias**

[1] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson y Ronald L. Rivest. *Introduction to Algorithms*. The MIT Electrical Engineering and Computer Science Series. The MIT Press, 1990.

**Nota**

<sup>1</sup> Dejamos al lector la comprobación de que dicha complejidad es correcta.