

Explotación de la Información.

Curso 2021-2022

Grado en Ingeniería Informática - Universidad de Alicante

Práctica 2: Indexador

Contenido

Fecha entrega.....	2
Qué se pide.....	2
Información a obtener en la indexación	2
Clase “InformacionTermino”	2
Clase “InfTermDoc”	3
Clase “InfDoc”	3
Clase “InfColeccionDocs”	4
Clase “InformacionTerminoPregunta”	4
Clase “InformacionPregunta”	5
Prototipo de la clase “IndexadorHash”	5
public:	6
private:	10
Aclaraciones	11
Evaluación de la práctica.....	11
Uso de los mapas	11
Control de tiempos de ejecución	13
Cálculo de eficiencia espacial	13
Fichero makefile.....	14
Aclaraciones comunes a todas las prácticas	14
STL	14
VALGRIND.....	14
Operaciones especificadas.....	14
Tratamiento de excepciones.....	15
Forma de entrega.....	15
Ficheros a entregar y formato de entrega	16
Evaluación	17

Fecha entrega

Del 22 al 2 de mayo de 2022

Qué se pide

Se pide construir la clase *IndexadorHash* que a partir de una colección de documentos genera las estructuras que se utilizarán posteriormente en la fase de búsqueda. Para ello se utilizarán tablas Hash (*unordered_map* y *unordered_set*), aunque se valorará el explorar estructuras alternativas para mejorar la eficiencia.

Para ello, se utilizarán las librerías STL y la clase *Tokenizador* desarrollada por el alumno en la práctica 1.

Se valorará la eficiencia de la implementación, especialmente cualquier modificación en la representación interna (parte privada de las clases) o el algoritmo utilizado.

Información a obtener en la indexación

Se deberá generar toda la información requerida en la indexación tal y como se ha explicado en clases de teoría mediante la clase *InformacionTermino* y las que se muestran a continuación. El alumno podrá modificar las estructuras de datos con el objetivo de optimizar su eficiencia, pudiendo cambiar los tipos de los datos y añadiendo cuanta información considere oportuna (NO se podrá cambiar el formato de salida que se describe en cada *operator<<*). Asimismo, también se podrá modificar el carácter *const* de los métodos/argumentos aquí descritos siempre que se mantengan las características de funcionamiento previstas. Todas estas clases aparecerán en los ficheros *indexadorInformacion.h* e *indexadorInformacion.cpp*.

Clase “InformacionTermino”

```
class InformacionTermino {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InformacionTermino& p);
public:
    InformacionTermino (const InformacionTermino &);
    InformacionTermino ();           // Inicializa ftc = 0
    ~InformacionTermino ();          // Pone ftc = 0 y vacía l_docs
    InformacionTermino & operator= (const InformacionTermino &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int ftc; // Frecuencia total del término en la colección
    unordered_map<int, InfTermDoc> l_docs;
    // Tabla Hash que se accederá por el id del documento, devolviendo un
    // objeto de la clase InfTermDoc que contiene toda la información de
    // aparición del término en el documento
};

ostream& operator<<(ostream& s, const InformacionTermino& p) {
    s << "Frecuencia total: " << p.ftc << "\tfd: " << p.l_docs.size();
    // A continuación se mostrarían todos los elementos de p.l_docs: s <<
    "\tId.Doc: " << idDoc << "\t" << InfTermDoc;

    return s;
}
```

Clase “InfTermDoc”

```
class InfTermDoc {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InfTermDoc& p);
public:
    InfTermDoc (const InfTermDoc &);
    InfTermDoc ();           // Inicializa ft = 0
    ~InfTermDoc ();          // Pone ft = 0
    InfTermDoc & operator= (const InfTermDoc &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int ft;    // Frecuencia del término en el documento
    list<int> posTerm;
        // Solo se almacenará esta información si el campo privado del indexador
        // almacenarPosTerm == true
        // Lista de números de palabra en los que aparece el término en el
        // documento. Los números de palabra comenzarán desde cero (la primera
        // palabra del documento). Se numerarán las palabras de parada. Estará
        // ordenada de menor a mayor posición.
};

ostream& operator<<(ostream& s, const InfTermDoc& p) {
    s << "ft: " << p.ft;
    // A continuación se mostrarían todos los elementos de p.posTerm ("posicion
    // TAB posicion TAB ... posicion, es decir nunca finalizará en un TAB"): s <<
    // "\t" << posicion;

    return s;
}
```

Clase “InfDoc”

```
class InfDoc {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InfDoc& p);
public:
    InfDoc (const InfDoc &);
    InfDoc ();
    ~InfDoc ();
    InfDoc & operator= (const InfDoc &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int idDoc;
        // Identificador del documento. El primer documento indexado en la
        // colección será el identificador 1
    int numPal;    // N° total de palabras del documento
    int numPalSinParada;    // N° total de palabras sin stop-words del documento
    int numPalDiferentes;
        // N° total de palabras diferentes que no sean stop-words (sin acumular
        // la frecuencia de cada una de ellas)
    int tamBytes;    // Tamaño en bytes del documento
    Fecha fechaModificacion;
        // Atributo correspondiente a la fecha y hora de modificación del
        // documento. El tipo "Fecha/hora" lo elegirá/implementará el alumno
};

ostream& operator<<(ostream& s, const InfDoc& p) {
    s << "idDoc: " << p.idDoc << "\tnumPal: " << p.numPal <<
    "\tnumPalSinParada: " << p.numPalSinParada << "\tnumPalDiferentes: " <<
    p.numPalDiferentes << "\ttamBytes: " << p.tamBytes;

    return s;
}
```

Clase “InfColeccionDocs”

```
class InfColeccionDocs {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InfColeccionDocs& p);
public:
    InfColeccionDocs (const InfColeccionDocs &);
    InfColeccionDocs ();
    ~InfColeccionDocs ();
    InfColeccionDocs & operator= (const InfColeccionDocs &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int numDocs;        // N° total de documentos en la colección
    int numTotalPal;
    // N° total de palabras en la colección
    int numTotalPalSinParada;
    // N° total de palabras sin stop-words en la colección
    int numTotalPalDiferentes;
    // N° total de palabras diferentes en la colección que no sean stop-
    // words (sin acumular la frecuencia de cada una de ellas)
    int tamBytes;      // Tamaño total en bytes de la colección
};

ostream& operator<<(ostream&, const InfColeccionDocs&);
s << "numDocs: " << p.numDocs << "\tnumTotalPal: " << p.numTotalPal <<
"\tnumTotalPalSinParada: " << p.numTotalPalSinParada <<
"\tnumTotalPalDiferentes: " << numTotalPalDiferentes << "\ttamBytes: " <<
p.tamBytes;

return s;
}
```

Clase “InformacionTerminoPregunta”

A continuación se muestra la información requerida para la indexación de preguntas realizadas por un usuario, es decir, diferente de la indexación de un documento de una colección que requerirá más información. Toda esta información se almacenará en memoria principal.

```
class InformacionTerminoPregunta {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InformacionTerminoPregunta&
    p);
public:
    InformacionTerminoPregunta (const InformacionTerminoPregunta &);
    InformacionTerminoPregunta ();
    ~InformacionTerminoPregunta ();
    InformacionTerminoPregunta & operator= (const InformacionTerminoPregunta
    &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int ft;    // Frecuencia total del término en la pregunta
    list<int> posTerm;
    // Solo se almacenará esta información si el campo privado del indexador
    // almacenarPosTerm == true
    // Lista de números de palabra en los que aparece el término en la
    // pregunta. Los números de palabra comenzarán desde cero (la primera
    // palabra de la pregunta). Se numerarán las palabras de parada. Estará
    // ordenada de menor a mayor posición.
};

ostream& operator<<(ostream& s, const InformacionTerminoPregunta& p) {
    s << "ft: " << p.ft;
    // A continuación se mostrarían todos los elementos de p.posTerm ("posicion
    // TAB posicion TAB ... posicion, es decir nunca finalizará en un TAB"): s <<
    "\t" << posicion;
}
```

```

    return s;
}

```

Clase “InformacionPregunta”

```

class InformacionPregunta {
    friend ostream& operator<<(ostream& s, const InformacionPregunta& p);
public:
    InformacionPregunta (const InformacionPregunta &);
    InformacionPregunta ();
    ~InformacionPregunta ();
    InformacionPregunta & operator= (const InformacionPregunta &);

    // Añadir cuantos métodos se consideren necesarios para manejar la parte
    // privada de la clase
private:
    int numTotalPal;
        // N° total de palabras en la pregunta
    int numTotalPalSinParada;
        // N° total de palabras sin stop-words en la pregunta
    int numTotalPalDiferentes;
        // N° total de palabras diferentes en la pregunta que no sean stop-words
        (sin acumular la frecuencia de cada una de ellas)
};
ostream& operator<<(ostream&, const InformacionPregunta&);
    s << "numTotalPal: " << p.numTotalPal << "\tnumTotalPalSinParada: " <<
    p.numTotalPalSinParada << "\tnumTotalPalDiferentes: " <<
    numTotalPalDiferentes;

    return s;
}

```

Prototipo de la clase “IndexadorHash”

A continuación se muestra el prototipo de la clase *IndexadorHash*. La parte privada de la clase se podrá modificar a decisión del alumno para mejorar al máximo su eficiencia. La parte pública se mantendrá en sus prototipos, también permitiéndose añadir nuevos enriquecimientos siempre que no hagan referencia a la parte privada de la clase. Esta clase aparecerá en los ficheros *indexadorHash.h* e *indexadorHash.cpp*. Destacar que para la evaluación de la práctica, el tokenizador se usará sin la opción de tratar con casos especiales.

```

class IndexadorHash {

friend ostream& operator<<(ostream& s, const IndexadorHash& p) {
    s << "Fichero con el listado de palabras de parada: " << p.
    ficheroStopWords << endl;
    s << "Tokenizador: " << p.tok << endl;
    s << "Directorio donde se almacenara el indice generado: " <<
    p.directorioIndice << endl;
    s << "Stemmer utilizado: " << p.tipoStemmer << endl;
    s << "Informacion de la coleccion indexada: " <<
    p.informacionColeccionDocs << endl;
    s << "Se almacenara parte del indice en disco duro: " <<
    p.almacenarEnDisco << endl;
    s << "Se almacenaran las posiciones de los terminos: " <<
    p.almacenarPosTerm;

    return s;
}
}

```

public:

```

IndexadorHash(const string& fichStopWords, const string& delimitadores,
const bool& detectComp, const bool& minuscSinAcentos, const string&
dirIndice, const int& tStemmer, const bool& almEnDisco, const bool&
almPosTerm);
    // "fichStopWords" será el nombre del archivo que contendrá todas las
    palabras de parada (una palabra por cada línea del fichero) y se
    almacenará en el campo privado "ficheroStopWords". Asimismo, almacenará
    todas las palabras de parada que contenga el archivo en el campo privado
    "stopWords", el índice de palabras de parada.
    // "delimitadores" será el string que contiene todos los delimitadores
    utilizados por el tokenizador (campo privado "tok")
    // detectComp y minuscSinAcentos serán los parámetros que se pasarán al
    tokenizador
    // "dirIndice" será el directorio del disco duro donde se almacenará el
    índice (campo privado "directorioIndice"). Si dirIndice="" entonces se
    almacenará en el directorio donde se ejecute el programa
    // "tStemmer" inicializará la variable privada "tipoStemmer":
        // 0 = no se aplica stemmer: se indexa el término tal y como
        aparece tokenizado
        // 1 = stemmer de Porter para español
        // 2 = stemmer de Porter para inglés
    // "almEnDisco" inicializará la variable privada "almacenarEnDisco"
    // "almPosTerm" inicializará la variable privada "almacenarPosTerm"
    // Los índices (p.ej. índice, indiceDocs e informacionColeccionDocs)
    quedarán vacíos

IndexadorHash(const string& directorioIndexacion);
    // Constructor para inicializar IndexadorHash a partir de una indexación
    previamente realizada que habrá sido almacenada en
    "directorioIndexacion" mediante el método "bool GuardarIndexacion()".
    Con ello toda la parte privada se inicializará convenientemente, igual
    que si se acabase de indexar la colección de documentos. En caso que no
    exista el directorio o que no contenga los datos de la indexación se
    tratará la excepción correspondiente

IndexadorHash(const IndexadorHash&);

~IndexadorHash();

IndexadorHash& operator= (const IndexadorHash&);

bool Indexar(const string& ficheroDocumentos);
    // Devuelve true si consigue crear el índice para la colección de
    documentos detallada en ficheroDocumentos, el cual contendrá un nombre
    de documento por línea. Los añadirá a los ya existentes anteriormente en
    el índice.
    // Devuelve falso si no finaliza la indexación (p.ej. por falta de
    memoria), mostrando el mensaje de error correspondiente, indicando el
    documento y término en el que se ha quedado, dejando en memoria lo que
    se haya indexado hasta ese momento.
    // En el caso que aparezcan documentos repetidos, documentos que no
    existen o que ya estuviesen previamente indexados (ha de coincidir el
    nombre del documento y el directorio en que se encuentre), se devolverá
    true, mostrando el mensaje de excepción correspondiente, y se re-
    indexarán (borrar el documento previamente indexado e indexar el nuevo)
    en caso que la fecha de modificación del documento sea más reciente que
    la almacenada previamente (class "InfDoc" campo "fechaModificacion").
    Los casos de reindexación mantendrán el mismo idDoc.

bool IndexarDirectorio(const string& dirAIndexar);
    // Devuelve true si consigue crear el índice para la colección de
    documentos que se encuentra en el directorio (y subdirectorios que
    contenga) dirAIndexar (independientemente de la extensión de los
    mismos). Se considerará que todos los documentos del directorio serán

```

ficheros de texto. Los añadirá a los ya existentes anteriormente en el índice.

```
// Devuelve falso si no finaliza la indexación (p.ej. por falta de
memoria o porque no exista "dirAIndexar"), mostrando el mensaje de error
correspondiente, indicando el documento y término en el que se ha
quedado, dejando en memoria lo que se haya indexado hasta ese momento.
// En el caso que aparezcan documentos repetidos o que ya estuviesen
previamente indexados (ha de coincidir el nombre del documento y el
directorio en que se encuentre), se mostrará el mensaje de excepción
correspondiente, y se re-indexarán (borrar el documento previamente
indexado e indexar el nuevo) en caso que la fecha de modificación del
documento sea más reciente que la almacenada previamente (class "InfDoc"
campo "fechaModificacion"). Los casos de reindexación mantendrán el
mismo idDoc.
```

```
bool GuardarIndexacion() const;
// Se guardará en disco duro (directorio contenido en la variable
privada "directorioIndice") la indexación actualmente en memoria
(incluidos todos los parámetros de la parte privada). La forma de
almacenamiento la determinará el alumno. El objetivo es que esta
indexación se pueda recuperar posteriormente mediante el constructor
"IndexadorHash(const string& directorioIndexacion)". Por ejemplo,
supongamos que se ejecuta esta secuencia de comandos: "IndexadorHash
a("./fichStopWords.txt", "[ ,.", "./dirIndexPrueba", 0, false);
a.Indexar("./fichConDocsAIndexar.txt"); a.GuardarIndexacion();"
entonces mediante el comando: "IndexadorHashb("./dirIndexPrueba");" se
recuperará la indexación realizada en la secuencia anterior, cargándola
en "b"
// Devuelve falso si no finaliza la operación (p.ej. por falta de
memoria, o el nombre del directorio contenido en "directorioIndice" no
es correcto), mostrando el mensaje de error correspondiente, vaciando
los ficheros generados.
// En caso que no existiese el directorio directorioIndice, habría que
crearlo previamente
```

```
bool RecuperarIndexacion (const string& directorioIndexacion);
// Vacía la indexación que tuviese en ese momento e inicializa
IndexadorHash a partir de una indexación previamente realizada que habrá
sido almacenada en "directorioIndexacion" mediante el método "bool
GuardarIndexacion()". Con ello toda la parte privada se inicializará
convenientemente, igual que si se acabase de indexar la colección de
documentos. En caso que no exista el directorio o que no contenga los
datos de la indexación se tratará la excepción correspondiente, y se
devolverá false, dejando la indexación vacía.
```

```
void ImprimirIndexacion() const {
    cout << "Terminos indexados: " << endl;
    // A continuación aparecerá un listado del contenido del campo
    privado "índice" donde para cada término indexado se imprimirá:
    cout << termino << '\t' << InformacionTermino << endl;
    cout << "Documentos indexados: " << endl;
    // A continuación aparecerá un listado del contenido del campo
    privado "indiceDocs" donde para cada documento indexado se
    imprimirá: cout << nomDoc << '\t' << InfDoc << endl;
}
```

```
bool IndexarPregunta(const string& preg);
// Devuelve true si consigue crear el índice para la pregunta "preg".
Antes de realizar la indexación vaciará los campos privados
indicePregunta e infPregunta
// Generará la misma información que en la indexación de documentos,
pero dejándola toda accesible en memoria principal (mediante las
variables privadas "pregunta, indicePregunta, infPregunta")
// Devuelve falso si no finaliza la operación (p.ej. por falta de
memoria o bien si la pregunta no contiene ningún término con contenido),
mostrando el mensaje de error correspondiente
```

```
bool DevuelvePregunta(string& preg) const;
// Devuelve true si hay una pregunta indexada (con al menos un término
que no sea palabra de parada, o sea, que haya algún término indexado en
indicePregunta), devolviendo "pregunta" en "preg"

bool DevuelvePregunta(const string& word, InformacionTerminoPregunta& inf)
const;
// Devuelve true si word (aplicándole el tratamiento de stemming y
mayúsculas correspondiente) está indexado en la pregunta, devolviendo su
información almacenada "inf". En caso que no esté, devolvería "inf"
vacío

bool DevuelvePregunta(InformacionPregunta& inf) const;
// Devuelve true si hay una pregunta indexada, devolviendo su
información almacenada (campo privado "infPregunta") en "inf". En caso
que no esté, devolvería "inf" vacío

void ImprimirIndexacionPregunta() {
    cout << "Pregunta indexada: " << pregunta << endl;
    cout << "Terminos indexados en la pregunta: " << endl;
    // A continuación aparecerá un listado del contenido de
    "indicePregunta" donde para cada término indexado se imprimirá:
    cout << termino << '\t' << InformacionTerminoPregunta << endl;
    cout << "Informacion de la pregunta: " << infPregunta << endl;
}

void ImprimirPregunta() {
    cout << "Pregunta indexada: " << pregunta << endl;
    cout << "Informacion de la pregunta: " << infPregunta << endl;
}

bool Devuelve(const string& word, InformacionTermino& inf) const;
// Devuelve true si word (aplicándole el tratamiento de stemming y
mayúsculas correspondiente) está indexado, devolviendo su información
almacenada "inf". En caso que no esté, devolvería "inf" vacío

bool Devuelve(const string& word, const string& nomDoc, InfTermDoc& InfDoc)
const;
// Devuelve true si word (aplicándole el tratamiento de stemming y
mayúsculas correspondiente) está indexado y aparece en el documento de
nombre nomDoc, en cuyo caso devuelve la información almacenada para word
en el documento. En caso que no esté, devolvería "InfDoc" vacío

bool Existe(const string& word) const;
// Devuelve true si word (aplicándole el tratamiento de stemming y
mayúsculas correspondiente) aparece como término indexado

bool Borra(const string& word);
// Devuelve true si se realiza el borrado (p.ej. si word, aplicándole el
tratamiento de stemming y mayúsculas correspondiente, aparecía como
término indexado)

bool BorraDoc(const string& nomDoc);
// Devuelve true si nomDoc está indexado y se realiza el borrado de
todos los términos del documento y del documento en los campos privados
"indiceDocs" e "informacionColeccionDocs"

void VaciarIndiceDocs();
// Borra todos los términos del índice de documentos: toda la indexación
de documentos.

void VaciarIndicePreg();
// Borra todos los términos del índice de la pregunta: toda la
indexación de la pregunta actual.

bool Actualiza(const string& word, const InformacionTermino& inf);
```



```
// Será true si word (aplicándole el tratamiento de stemming y
mayúsculas correspondiente) está indexado, sustituyendo la información
almacenada por "inf"

bool Inserta(const string& word, const InformacionTermino& inf);
// Será true si se realiza la inserción (p.ej. si word, aplicándole el
tratamiento de stemming y mayúsculas correspondiente, no estaba
previamente indexado)

int NumPalIndexadas() const;
// Devolverá el número de términos diferentes indexados (cardinalidad de
campo privado "índice")

string DevolverFichPalParada () const;
// Devuelve el contenido del campo privado "ficheroStopWords"

void ListarPalParada() const;
// Mostrará por pantalla las palabras de parada almacenadas (originales,
sin aplicar stemming): una palabra por línea (salto de línea al final de
cada palabra)

int NumPalParada() const;
// Devolverá el número de palabras de parada almacenadas

string DevolverDelimitadores () const;
// Devuelve los delimitadores utilizados por el tokenizador

bool DevolverCasosEspeciales () const;
// Devuelve si el tokenizador analiza los casos especiales

bool DevolverPasarAminuscSinAcentos () const;
// Devuelve si el tokenizador pasa a minúsculas y sin acentos

bool DevolverAlmacenarPosTerm () const;
// Devuelve el valor de almacenarPosTerm

string DevolverDirIndice () const;
// Devuelve "directorioIndice" (el directorio del disco duro donde se
almacenará el índice)

int DevolverTipoStemming () const;
// Devolverá el tipo de stemming realizado en la indexación de acuerdo
con el valor indicado en la variable privada "tipoStemmer"

bool DevolverAlmEnDisco () const;
// Devolverá el valor indicado en la variable privada "almEnDisco"

void ListarInfColeccDocs() const;
// Mostrar por pantalla: cout << informacionColeccionDocs << endl;

void ListarTerminos() const;
// Mostrar por pantalla el contenido el contenido del campo privado
"índice": cout << termino << '\t' << InformacionTermino << endl;

bool ListarTerminos(const string& nomDoc) const;
// Devuelve true si nomDoc existe en la colección y muestra por pantalla
todos los términos indexados del documento con nombre "nomDoc": cout <<
termino << '\t' << InformacionTermino << endl; . Si no existe no se
muestra nada

void ListarDocs() const;
// Mostrar por pantalla el contenido el contenido del campo privado
"índiceDocs": cout << nomDoc << '\t' << InfDoc << endl;

bool ListarDocs(const string& nomDoc) const;
// Devuelve true si nomDoc existe en la colección y muestra por pantalla
el contenido del campo privado "índiceDocs" para el documento con nombre
```

```
"nomDoc": cout << nomDoc << '\t' << InfDoc << endl; . Si no existe no se muestra nada
```

private:

```
IndexadorHash();
// Este constructor se pone en la parte privada porque no se permitirá
crear un indexador sin inicializarlo convenientemente. La inicialización
la decidirá el alumno

unordered_map<string, InformacionTermino> indice;
// Índice de términos indexados accesible por el término

unordered_map<string, InfDoc> indiceDocs;
// Índice de documentos indexados accesible por el nombre del documento

InfColeccionDocs informacionColeccionDocs;
// Información recogida de la colección de documentos indexada

string pregunta;
// Pregunta indexada actualmente. Si no hay ninguna indexada, contendría
el valor ""

unordered_map<string, InformacionTerminoPregunta> indicePregunta;
// Índice de términos indexados en una pregunta. Se almacenará en
memoria principal

InformacionPregunta infPregunta;
// Información recogida de la pregunta indexada. Se almacenará en
memoria principal

unordered_set<string> stopWords;
// Palabras de parada. Se almacenará en memoria principal. El filtrado
de palabras de parada se realizará, tanto en la pregunta como en los
documentos, teniendo en cuenta el parámetro minuscSinAcentos y
tipoStemmer. Es decir que se aplicará el mismo proceso a las palabras de
parada almacenadas en el fichero antes de realizar el filtrado (p.ej. si
se aplica el pasar a minúsculas los términos del documento/pregunta a
indexar, para comprobar si se ha de eliminar el término, éste se
comparará con la versión de palabras de parada en minúsculas). Esto se
pide así para casos en los que en el documento/pregunta aparezca: "La
casa de Él" y estén almacenadas como stopWords "la, el", si se activa el
parámetro minuscSinAcentos, entonces debería filtrar "La, Él", si no
hubiese estado activo ese parámetro, entonces no se hubiesen filtrado.

string ficheroStopWords;
// Nombre del fichero que contiene las palabras de parada

Tokenizador tok;
// Tokenizador que se usará en la indexación. Se inicializará con los
parámetros del constructor: detectComp y minuscSinAcentos, los cuales
determinarán qué término se ha de indexar (p.ej. si se activa
minuscSinAcentos, entonces se guardarán los términos en minúsculas y sin
acentos)

string directorioIndice;
// "directorioIndice" será el directorio del disco duro donde se
almacenará el índice. En caso que contenga la cadena vacía se creará en
el directorio donde se ejecute el indexador

int tipoStemmer;
// 0 = no se aplica stemmer: se indexa el término tal y como aparece
tokenizado
// Los siguientes valores harán que los términos a indexar se les
aplique el stemmer y se almacene solo dicho stem.
```

```

// 1 = stemmer de Porter para español
// 2 = stemmer de Porter para inglés
// Para el stemmer de Porter se utilizarán los archivos
// stemmer.cpp y stemmer.h, concretamente las funciones de nombre
// "stemmer"

bool almacenarEnDisco;
// Esta opción (cuando almacenarEnDisco == true) está ideada para poder
// indexar colecciones de documentos lo suficientemente grandes para que su
// indexación no quepa en memoria, por lo que si es true, mientras se va
// generando el índice, se almacenará la mínima parte de los índices de los
// documentos en memoria principal, p.ej. solo la estructura "indice" para
// saber las palabras indexadas, guardando únicamente punteros a las
// posiciones de los archivos almacenados en disco que contendrán el resto
// de información asociada a cada término (lo mismo para indiceDocs). Se
// valorará el equilibrio para conseguir una indexación independientemente
// del tamaño del corpus a indexar, pero reduciendo el número de accesos a
// disco. Para los datos de la indexación de la pregunta no habría que
// hacer nada. En caso de que esta variable tenga valor false, se
// almacenará todo el índice en memoria principal (tal y como se ha
// descrito anteriormente).

bool almacenarPosTerm;
// Si es true se almacenará la posición en la que aparecen los términos
// dentro del documento en la clase InfTermDoc
};

```

Aclaraciones

Evaluación de la práctica

La nota se calculará del siguiente modo:

- 40% por la corrección automática con los ficheros de prueba.
- 15% por el cálculo de la eficiencia temporal "en disco" (`almacenarEnDisco == true`).
- 15% por el cálculo de la eficiencia temporal "en memoria" (`almacenarEnDisco == false`).
- 15% por el cálculo de la eficiencia espacial "en memoria" (`almacenarEnDisco == false`).
- 15% por la revisión presencial de la práctica y de la memoria entregada, durante las prácticas de laboratorio, en la que se justificarán/evaluarán las mejoras intentadas/implementadas en la práctica. **IMPORTANTE: se considerará esto como un examen, por lo que no valdrán respuestas del tipo "hace mucho tiempo que hice la práctica y no me acuerdo de cómo lo hice".**

Uso de los mapas

A continuación se muestra una posible versión de algunos métodos y sobre una estructura *InformacionTermino* simplificada (habría que implementar la descrita anteriormente). Esta versión se sugiere como ejemplo de uso de ficheros y STL, pero se aconseja mejorar su eficiencia:

```

#include <iostream>
#include <string>
#include <unordered_map>
#include <unordered_set>

using namespace std;

```

```
class InformacionTermino {
    friend ostream& operator<<(ostream&, const InformacionTermino&);
public:
    InformacionTermino(const int& fft, const int& ffd);
    InformacionTermino();
private:
    int ft;
    int fd;
};

InformacionTermino::InformacionTermino(const int& fft, const int& ffd)
{
    ft = fft;
    fd = ffd;
}

InformacionTermino::InformacionTermino()
{
    ft = fd = 0;
}

ostream&
operator<<(ostream& salida, const InformacionTermino& d)
{
    salida << d.ft << "\t" << d.fd << endl;
}

IndexadorHash::~~IndexadorHash()
{
    indice.clear();
}

InformacionTermino
IndexadorHash::Devuelve(const string& word )
{
    return (indice[word]);
}

bool
IndexadorHash::Borra(const string& word )
{
    return(indice.erase(word) != 0);
}

bool
IndexadorHash::Inserta(const string& word, const InformacionTermino& inf)
{
    if(existe(word))
        return false;
    else
    {
        indice[word] = inf;
        numeroTerminos++;
        return true;
    }
}

bool
IndexadorHash::Existe(const string& word)
{
    return (indice.find(word) != indice.end());
}

bool
IndexadorHash::Actualiza(const string& word, const InformacionTermino& inf)
{
    InformacionTermino temp;
    if(Existe(word))
```

```

        {
            indice[word] = inf;
            return true;
        }
        else
        {
            cerr << "ERROR: En actualiza no existe la palabra "<<word<<endl;
            return false;
        }
    }

ostream&
operator<<(ostream& salida, IndexadorHash& in)
{
    unordered_map<string, InformacionTermino>::iterator it;
    for ( it=in.indice.begin(); it!=in.indice.end(); it++ ) {
        salida <<  it-> first << '\t' << it->second;
    }
}

```

Control de tiempos de ejecución

Seguidamente se muestra el fichero *main.cpp*, con el que se realizará el estudio de **tiempos de ejecución**, el cual se utilizará para evaluar las prácticas:

```

#include <iostream>
#include <string>
#include <list>
#include <sys/resource.h>
#include "indexadorHash.h"

using namespace std;

double getcputime(void) {
    struct timeval tim;
    struct rusage ru;
    getrusage(RUSAGE_SELF, &ru);
    tim=ru.ru_utime;
    double t=(double)tim.tv_sec + (double)tim.tv_usec / 1000000.0;
    tim=ru.ru_stime;
    t+=(double)tim.tv_sec + (double)tim.tv_usec / 1000000.0;
    return t;
}

main() {
    long double aa=getcputime();

    IndexadorHash b("./StopWordsEspanyol.txt", ". :", false, false,
    "./indicePruebaEspanyol", 0, false, true);
    b.Indexar("listaFicheros.txt");
    cout << "Ha tardado " << getcputime() - aa << " segundos" << endl;
}

```

Cálculo de eficiencia espacial

Igualmente, para la evaluación de la práctica se analizará la **eficiencia espacial**, para lo que se utilizará: **memory ejecutable**. Este programa hace una estimación (aproximada) de la máxima cantidad de memoria usada por otro programa cualquiera. Esto se consigue haciendo un muestreo del uso de memoria unas 16 veces por segundo, quedándose con el máximo. Dicho programa se creará mediante la siguiente compilación:

```
g++ memory.cpp -o memory
```

Se mostrará la memoria utilizada por el programa en la línea en negrita que se muestra a continuación:

Memoria total usada: 10968 Kbytes

" de datos: 10832 Kbytes
" de pila: 136 Kbytes

Fichero makefile

La práctica se corregirá utilizando el siguiente fichero makefile:

```
.PHONY= clean

CC=g++
OPTIONS= -g -std= gnu++0x
DEBUG= #-D DEBUG
LIBDIR=lib
INCLUDEDIR=include
_OBJ= indexadorHash.o tokenizador.o stemmer.o indexadorInformacion.o
OBJ = $(patsubst %, $(LIBDIR)/%, $( _OBJ))

all: indexador

indexador:    src/main.cpp $(OBJ)
              $(CC) $(OPTIONS) $(DEBUG) -I$(INCLUDEDIR) src/main.cpp $(OBJ) -o
indexador

$(LIBDIR)/%.o : $(LIBDIR)/%.cpp $(INCLUDEDIR)/%.h
                $(CC) $(OPTIONS) $(DEBUG) -c -I$(INCLUDEDIR) -o $@ $<

clean:
    rm -f $(OBJ)
```

Aclaraciones comunes a todas las prácticas

STL

Se puede utilizar la librería STL, para lo que se puede consultar en <http://en.cppreference.com/w/> o en <http://www.cplusplus.com/>.

VALGRIND

Se aconseja el uso de la herramienta VALGRIND para comprobar el manejo correcto de la memoria dinámica. Modo de uso:

```
valgrind - -tool=memcheck - -leak-check=full nombre_del_ejecutable
```

Operaciones especificadas

Todas las operaciones especificadas son obligatorias.

Si una clase hace uso de otra clase, en el código nunca se debe incluir el fichero .cpp, sólo el .h.

En la parte PUBLIC no debe aparecer ninguna operación que haga referencia a la representación del tipo, sólo se pueden añadir operaciones de enriquecimiento de la clase.

En la parte PRIVATE de las clases se pueden añadir todos los atributos y métodos que sean necesarios para la implementación de los tipos.

Tratamiento de excepciones

Todos los métodos darán un mensaje de error (en cerr) cuando el alumno determine que se produzcan excepciones; para ello, se pueden añadir en la parte privada de la clase aquellas operaciones y variables auxiliares que se necesiten para controlar las excepciones.

Se considera excepción aquello que no permite la normal ejecución de un programa (por ejemplo, problemas al reservar memoria, problemas al abrir un fichero, etc.). NO se considera excepción aquellos errores de tipo lógico debidos a las especificidades de cada clase.

De cualquier modo, todos los métodos deben devolver siempre una variable del tipo que se espera.

Los mensajes de error se mostrarán siempre por la salida de error estándar (cerr). El formato será:

ERROR: mensaje_de_error (al final un salto de línea).

Forma de entrega

La práctica se programará en el Sistema Operativo Linux, y en el lenguaje C++. Deberá compilar con la versión instalada en los laboratorios de la Escuela Politécnica Superior.

La entrega de la práctica se realizará:

- En el SERVIDOR DE PRÁCTICAS en <http://pracdlsi.dlsi.ua.es/>
- A título INDIVIDUAL; por tanto requerirá del alumno que conozca su USUARIO y CONTRASEÑA en el Servidor de Prácticas.

Se podrá realizar cuantas entregas quiera el alumno: solo se corregirá la última práctica entregada. Tras cada entrega, el servidor enviará al alumno un INFORME DE COMPILACIÓN, para que el alumno compruebe que lo que ha entregado cumple las especificaciones pedidas y que se ha podido generar el ejecutable correctamente. Este informe también se podrá consultar desde la página web de entrega de prácticas del DLSI (<http://pracdlsi.dlsi.ua.es> e introducir el nombre de usuario y password). En caso de que la práctica esté correctamente entregada, compilada y ejecutada, en este informe debe salir lo siguiente:

=====

DIFERENCIA CON FICHERO DE SALIDA DE REFERENCIA

=====

Significa que la ejecución ha sido correcta y coincide con la salida esperada en el fichero de comprobación web publicado en campus virtual.

No es necesario entregar ni el makefile ni el main.cpp.

Para la entrega y corrección se utilizará el siguiente makefile (previamente mostrado) y el fichero “main.cpp” que se publicará posteriormente en campus virtual.

Ficheros a entregar y formato de entrega

La práctica debe ir organizada en 3 subdirectorios:

DIRECTORIO ‘include’: contiene los ficheros (en MINÚSCULAS):

- “indexadorHash.h”
- “tokenizador.h”
- “stemmer.h”
- “indexadorInformacion.h”

DIRECTORIO ‘lib’: contiene los ficheros (NO deben entregarse los ficheros objeto “.o”):

- “indexadorHash.cpp”
- “tokenizador.cpp”
- “stemmer.cpp”
- “indexadorInformacion.cpp”

DIRECTORIO ‘src’: contiene **TODOS los ficheros aportados por el alumno para comprobación de la práctica:**

- Por ejemplo: “main.cpp” y “main.cpp.sal”
- Fichero **documentacion.pdf** con la explicación de la práctica y todas las mejoras que el alumno haya probado o implementado (incluso las que no hayan tenido éxito) y que considere de interés para la evaluación de la práctica. **Debe tener al menos los siguientes apartados:**
 - Introducción: presentación del problema, hipótesis de partida.
 - Análisis de la solución implementada de la indexación EN MEMORIA: algoritmo, estructuras de datos, ...
 - Justificación de la solución elegida de la indexación EN MEMORIA: detalle de qué soluciones alternativas se han probado, justificando su descarte.
 - Análisis de la solución implementada de la indexación EN DISCO: algoritmo, estructuras de datos, ...
 - Justificación de la solución elegida de la indexación EN DISCO: detalle de qué soluciones alternativas se han probado, justificando su descarte.
 - Análisis de las mejoras realizadas en la práctica: tanto en el algoritmo como en las estructuras de datos utilizadas, distinguiendo entre la versión de indexación en memoria y la de disco.
 - Análisis de eficiencia computacional (no teórica): distinguiendo entre la versión de indexación en memoria y la de disco.

Además, en el directorio raíz, deberá aparecer el fichero “nombres.txt”: fichero de texto con los datos del autor. El formato de este fichero es:

1_DNI: DNI1

1_NOMBRE: APELLIDO1.1 APELLIDO1.2, NOMBRE1

Cuando llegue el momento de la entrega, toda la estructura de directorios ya explicada (¡ATENCIÓN! excepto el MAKEFILE), debe estar comprimida en un fichero de forma que éste NO supere los 300 K. Ejemplo:

```
user@srv4:~$ ls
```

```
include
lib
nombres.txt
src
```

```
user@srv4:~$ tar cvzf PRACTICA.tgz *
```

Evaluación

La práctica se corregirá casi en su totalidad de un modo automático, por lo que los nombres de las clases, métodos, ficheros a entregar, ejecutables y formatos de salida descritos en el enunciado de la práctica SE HAN DE RESPETAR EN SU TOTALIDAD.

Uno de los objetivos de la práctica es que el alumno sea capaz de comprender un conjunto de instrucciones y sea capaz de llevarlas a cabo. Por tanto, es esencial ajustarse completamente a las especificaciones de la práctica.

Cuando se corrige la práctica, el corrector automático proporcionará ficheros de corrección llamados "main.cpp". Este fichero utilizará la sintaxis definida para cada clase y los nombres de los ficheros asignados a cada una de ellas: únicamente contendrá una serie de instrucciones #include con los nombres de los ficheros ".h".

Las prácticas no se pueden modificar una vez corregidas y evaluadas (no hay revisión del código). Por lo tanto, es esencial ajustarse a las condiciones de entrega establecidas en este enunciado.

En especial, se debe llevar cuidado con los nombres de los ficheros y el formato especificado para la salida.