

# La aplicación de metáforas paisajísticas en el control del proceso de desarrollo software

Amaia Aguirregoitia

Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad del País Vasco, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao  
La Casilla ,3 48012 Bilbao (Vizcaya)  
[amaia.aguirregoitia@ehu.es](mailto:amaia.aguirregoitia@ehu.es)

Javier Dolado

Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad del País Vasco, Facultad de Informática  
20.009 Donostia - San Sebastián, Spain  
[dolado@si.ehu.es](mailto:dolado@si.ehu.es)

## Resumen

En este artículo se presenta un modelo de representación gráfica para el control y la gestión del proceso de desarrollo de software basado en las áreas de gestión de proyectos, representación visual de datos y aplicación de metáforas. Partiendo de un conocido modelo de gestión clásico para la definición de actividades (planificación, organización, gestión de personal, dirección y control) y considerando como magnitudes básicas a controlar el proceso, el producto y los recursos, se han definido los indicadores básicos para efectuar el control del proceso de desarrollo en cada una de estas magnitudes. Posteriormente, se ha buscado una representación gráfica que represente de un modo completo, fácil de comprender y lo más natural posible, la evolución del proceso de desarrollo mediante la visualización de los valores de estos indicadores, para lo cual ha sido necesario trabajar tanto en el campo de la visualización como en el de la representación metafórica.

Se trata de un trabajo que se enfrenta a los complejos problemas del control del proceso de desarrollo software tratando de obtener una visión sencilla de la situación que nos permita valorar y comparar resultados de la gestión del proceso a través de una única pantalla que presente de forma integrada toda la información requerida. En las posteriores fases del trabajo podrían abordarse otros posibles usos de las metáforas, así como modificaciones en aspectos de la representación

como el color y otros atributos e incluir funcionalidades que permitan la interacción del usuario para opciones de filtrado, vuelo aéreo o zoom.

La representación actual si bien es sencilla en su forma, permite la detección de problemas dispares y de diversa complejidad como son el seguimiento del plan, el cumplimiento de hitos, la evaluación de los procedimientos tanto de control de errores como de aprobación y ejecución de modificaciones, la evaluación de la calidad del producto o la detección de recursos infrutilizados.

**Palabras clave :** Gestión de proyectos, visualización del software, Gestión de la calidad del Software.

## 1. Problemas de la gestión del software

La gestión de un proyecto software podemos definirla como el conjunto de procedimientos, prácticas, tecnologías y conocimientos que tienen como objetivo la planificación, organización, gestión de personal, dirección y el control requeridos para gestionar adecuadamente un proyecto de ingeniería del software. [13]La gestión de un proyecto software se realiza considerando como magnitud elemental el tiempo y analizando en un momento específico cuál es la situación actual del proyecto teniendo en cuenta tanto los recursos como el conjunto de tareas implicadas en el proceso de elaboración de un producto software. El problema es abordado con una triple visión de las entidades product-

proceso-organización de recursos [4] que evolucionan en el tiempo y utilizando una serie de variables o mediciones a controlar. En la definición de estas variables aparecen una serie de problemas relacionados con la medición del software que se resumen del siguiente modo:

- En la gestión del Software se ven involucradas diversas áreas de conocimiento, como son las medidas del software, métodos de validación de medidas, modelos de estimación de recursos y diversas filosofías de desarrollo.
- En el proceso de desarrollo existe una gran diversidad de metodologías, herramientas, tecnologías que evolucionan rápidamente y éste se ve afectado por factores como el lenguaje de programación o el entorno utilizado.
- Las medidas del software a representar requieren de análisis causales que expliquen los eventos cuantificados.
- Las métricas deberían ser fáciles de calcular y automatizar y obtenerse en las primeras fases del proceso para mayor validez.
- Las métricas se deben contemplar conjuntamente con otros atributos del producto como por ejemplo, la calidad del producto software.
- Para canalizar la energía de la organización y enfocarla en las áreas estratégicas con mayor potencial de retorno es importante encontrar un número pequeño de métricas simples, lo cual conlleva una gran dificultad.
- Para analizar el proceso de desarrollo se deben considerar tanto atributos internos como externos (en función de cómo se relaciona el proceso, producto o recurso con su entorno).
- Validar una métrica necesita de amplios datos empíricos.
- Una métrica debe tener un modelo de soporte, ser útil, representativa y tener un objetivo concreto.[5]

- El proceso y el producto conllevan diferentes fases y todas ellas deben considerarse.

En cuanto a los problemas de gestión específicos del software que nos conciernen, se han considerado como los más relevantes:

- Los resultados obtenidos de los esfuerzos de gestión son difíciles de cuantificar.
- Generalmente existe una urgencia en las entregas y el cumplimiento de hitos que puede llevar a descuidar el proceso y dar prioridad al producto entregable llegando al extremo de descuidar la calidad.
- El seguimiento de las modificaciones en los requerimientos y la trazabilidad de los mismos es en muchas ocasiones descuidado.
- Para llevar a cabo la institucionalización de los procesos de mejora continua del software se requiere de la mentalización de todos los implicados.
- La gestión de un área del proceso (Gestión de riesgos) se debe realizar considerando las áreas de nivel inferior que son requisito para que la primera sea correcta (por ejemplo, Gestión de requisitos).
- La mayoría de las actividades son realizadas por hombres, lo que requiere flexibilidad y cooperación, y se requiere de un alto grado de consideración hacia el factor humano.

## **2. Problemas de la visualización del software**

La mayoría de los trabajos de visualización en el campo del Software han estado enfocados a la representación gráfica de la arquitectura, diagramas de ejecución en tiempo real con llamadas entre funciones o módulos y otras relaciones en modo grafo, o representación en modo de estadísticas y diagramas más o menos tradicionales sobre ciertos aspectos del código [1] o rendimiento enfocados a la mejora del código[14]. Existen sistemas, como Imsovision[8]

que han aplicado técnicas de realidad virtual que utilizan metáforas visuales con el objetivo de entender mejor el programa y facilitar su mantenimiento y desarrollo y que constatan la dificultad de representar los objetos, atributos, métricas y relaciones entre objetos especialmente con metáforas.[9]

Los problemas encontrados en este campo van desde la representación semántica, o de los modelos cognitivos necesarios para la representación e interpretación, la necesidad de representar la evolución del producto, así como múltiples vistas de los mismos datos, la necesidad de visualizaciones tanto estáticas como dinámicas o la gran cantidad de información a manejar.[7][10]

En nuestro caso, y a diferencia de los mencionados trabajos dentro del campo de la visualización del software el reto es la representación gráfica en sí. Se quiere encontrar una representación gráfica que muestre los datos de modo simple y potente y que sirva, gracias al diseño elegido, para describir, relacionar y razonar, dando soporte a la gestión del proyecto.

En el área de visualización orientado a la gestión de proyectos software, se han desarrollado proyectos que utilizan desde los típicos como ruedas del tiempo en 2D y 3D [2] o Glyphs especialmente diseñados (objetos gráficos o símbolos que representan datos o información a través de parámetros visuales que son espaciales, retinales o temporales ).

### 3. El proyecto

#### 3.1. La Espacialización y la metáfora

En el proyecto utilizaremos una clase de visualización de la información conocida como “spatializations” [11], o espacialización , en la cual información no espacial , en este caso del proyecto software, es representada como una entidad extendida en el espacio, en nuestro caso , como una banda temporal en 2D.

Pettifer y West [12] en su proyecto identifican los beneficios de de las metáforas con el mundo real ya que hacen uso de las habilidades espaciales y de percepción adquiridas y usadas

inconscientemente añadiendo familiaridad y realismo al sistema.

Existen trabajos en el área de visualización de software como el realizado por Young[15] que utiliza una visualización abstracta en 3D para representar módulos y el sistema de llamadas. Nuestro proyecto utiliza la visualización utilizando la metáfora con el mundo real, más en línea con trabajos realizado por Knight y Munro [6] que han creado una escena más familiar al ojo humano representado el sistema como una ciudad donde por ejemplo, los edificios representan los métodos.

En el proyecto se utiliza para la metáfora visual un paisaje. Sobre una banda temporal se representan los eventos, cambios esenciales o alteraciones producidos en los principales aspectos del proceso software buscando la metáfora mediante la asociación de estos aspectos bien con algún objeto, o bien algún atributo a propiedad de algún objeto del paisaje.

#### 3.2. Los indicadores seleccionados

El siguiente paso ha sido determinar los eventos, atributos y propiedades a representar, para lo cual, inicialmente se ha considerado inicialmente un número pequeño de valores con el objetivo de:

- Realizar el seguimiento de la ejecución del plan establecido y a controlar la situación del proyecto en un momento dado así como sus posibles desviaciones. (proceso )
- Evaluar la calidad del desarrollo efectuado. ( producto)
- Identificar situaciones excepcionales o de especial riesgo. (proceso-producto)
- Evaluar la utilización de los recursos y de la productividad y eficiencia. ( recursos)

La Tabla 1- Lista de indicadores clasificados por entidades resume los indicadores seleccionados. En un primer estudio sobre casos reales se ha puesto de manifiesto que en la mayoría de los casos, los indicadores seleccionados son relevantes y o bien se dispone del dato en la actualidad o bien sería posible su incorporación.

MEDIDA	PRODUCTO					PROCESO				RECURSOS		
	Errores ,Fallos	TMF	Crecimiento ,Fiabilidad	Fallos restantes	Compleitud	Complejidad	Control de la gestión	Cobertura	Eval. Riesgos, beneficios y costes	Personal	Hardware	Software
Horas persona dedicadas reales							X		X	X		
Horas persona dedicadas planificadas							X		X	X		
Desviación en Euros respecto al ppto.							X		X	X	X	X
tº total de corrección errores REQ	X						X		X	X		
Horas persona de corrección errores REQ	X						X		X	X		
tº total de corrección errores DIS	X						X		X	X		
Horas persona de corrección errores DIS	X						X		X	X		
tº total de corrección errores COD	X						X		X	X		
Horas persona de corrección errores COD	X						X		X	X		
tº total de corrección errores DOC	X						X		X	X		
Horas persona de corrección errores DOC	X						X		X	X		
Horas persona no productivas							X		X	X		
Hito incumplido							X					
Horas desviación por hito							X		X			
Revisión efectuada REQ							X	X				
Revisión efectuada DIS							X	X				
Revisión efectuada COD							X	X				
Revisión efectuada DOC							X	X				
Gestión de riesgos realizada									X	X		
Horas/persona para gestión de riesgos							X		X	X		
Horas/pers. reutilizadas(proy. anteriores)									X	X		
Nº modificaciones solicitadas COD							X					
Nº modificaciones implementadas COD			X		X	X				X		
Nº modificaciones rechazadas COD							X					
Nº modificaciones solicitadas DIS							X					
Nº modificaciones implementadas DIS			X		X	X				X		
Nº modificaciones rechazadas DIS							X					
Nº modificaciones solicitadas REQ							X					
Nº modificaciones implementadas REQ			X		X	X				X		
Nº modificaciones rechazadas REQ							X					
Horas persona dedicadas a modif COD						X			X	X		
Horas persona dedicadas a modif DIS						X			X	X		
Horas persona dedicadas a modif REQ						X			X	X		
Nº errores detectados antes entrega	X		X	X			X					
Nº errores detectados después entrega	X		X	X			X					
% errores detectados después entrega	X		X	X								
tº medio resolución errores						X	X					

Tabla 1- Lista de indicadores clasificados por entidades

### 3.3. La representación integral

Para la representación de los indicadores seleccionados se ha buscado una metáfora con el mundo real tratando de relacionar la métrica representada con un objeto o atributo que se le asemeje en mayor o menor grado en alguno de sus aspectos. A continuación se comentan algunos de las metáforas utilizadas.

En el proceso de desarrollo se realiza un esfuerzo que medido en horas y acumulado a lo largo del tiempo guarda similitud en su forma con una montaña cuya altitud se irá incrementando para representar las horas acumuladas en cada momento del tiempo. De manera cuantitativa podemos visualizar en el eje vertical las horas y de manera cualitativa podemos observar la pendiente y las variaciones en el esfuerzo tanto estimado como real. Los “agujeros” de asignación de recursos serán los surcos en el camino cuya profundidad nos expresa las horas sin asignar.

Otro ejemplo sería el de los hitos. Un hito es un evento significativo en el proyecto, generalmente la consumación de un entregable que suele ir asociado a una fecha objetivo. Es necesario algo significativo, claramente visible y que permita representar en el mismo objeto la desviación con respecto a la planificación inicial. Se utilizarán las estrellas que representan hitos con desviaciones, que dejarán tras de sí una estela cuyo tamaño representa la desviación en tiempo con respecto a lo inicialmente previsto. Esta metáfora permite representar desviaciones tanto positivas como negativas según sea el sentido de la estela.

Los inevitables cambios en el producto implicarán ajustes en el tiempo y para representarlo se utilizará como metáfora una nube que representará con su tamaño el tiempo dedicado a modificaciones. Todas las modificaciones no serán igualmente peligrosas, por lo que hay nubes sin lluvia (cambios de código), con ella (diseño) y con rayos (requerimientos).

Otro aspecto importante es la determinación y evaluación de aquellos aspectos que pueden afectar negativamente al proyecto. Lo crítico es determinar en qué momento y cuánto esfuerzo se dedica a la gestión de riesgos y la metáfora

propuesta son las piedras cuya ubicación y tamaño nos dará la información necesaria.

En el área de resolución de errores se quiere representar el tiempo medio de resolución de éstos junto con el número de errores detectados por el equipo de desarrollo en número y en porcentaje sobre el total. Se representa como un sol (entendiendo que la resolución de errores trae “luz” al proyecto) cuyo desplazamiento respecto al origen será el tiempo medio de resolución y el resto de datos aparecen en su interior.

En el Gráfico 1- Representación integral aparece la representación elegida en el proyecto y en la Tabla 2- Indicadores y su representación se indica la relación entre todos los indicadores representados y su representación metafórica.

### 3.4. Las preguntas a las que responde el proyecto

Se trata de conocer si estamos en una situación de riesgo, si nuestro proceso de desarrollo está siendo eficiente o en qué aspectos podemos mejorarlo. La representación responde efectivamente a las siguientes preguntas:

Acerca del proceso:

- ¿Cuál es la desviación actual del proyecto en horas con respecto a lo establecido?
- ¿Cuál ha sido la evolución de esta desviación en horas?
- ¿Cuál es la desviación económica actual del proyecto con respecto a lo establecido?
- ¿Cuál ha sido la evolución de esta desviación económica?
- ¿En qué momento ha tenido lugar un incumplimiento de hito?
- ¿Cuándo estaba previsto el cumplimiento de este hito incumplido?
- ¿Qué tipos de errores está detectando nuestro sistema de control de errores?
- ¿Cuánto tiempo y recursos estamos dedicando a la corrección de cada tipo de errores?
- ¿Cuántas modificaciones se están solicitando, implementando y rechazando?

- ¿Cuál es el esfuerzo dedicado a la gestión de riesgos en horas y en qué momentos?
- ¿Cuál es el grado estimado de trabajo reutilizado en horas/persona?
- ¿Existen recursos infrautilizados medido en horas/persona?
- ¿Cuántas revisiones y en qué momentos se han efectuado a ese producto?
- ¿Cuántas modificaciones pendientes tiene el producto?

Acerca del producto:

- ¿Cuál es la calidad del producto entregada, medida en número de errores totales, detectados por el usuario?
- ¿Cuántas modificaciones de cada tipo ha sufrido en producto y cuánto tiempo se ha empleado en las mismas?
- ¿Cuál es el grado de eficiencia de los recursos utilizados, existen infrautilizaciones?
- ¿En qué momento se han producido los tiempos muertos y cuánto tiempo han durado?

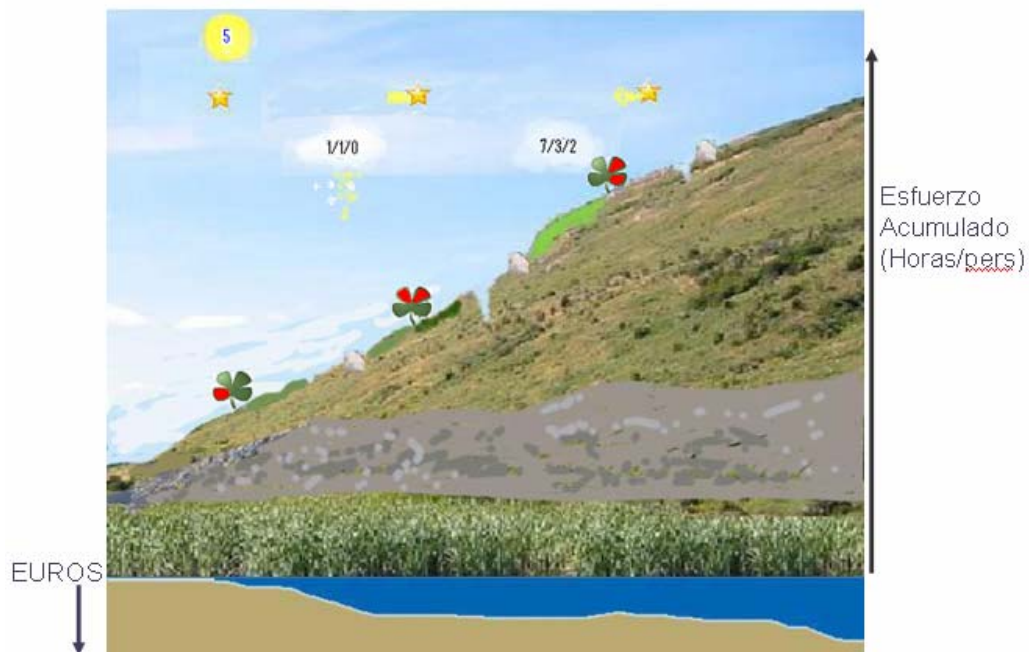


Gráfico 1- Representación integral

1	Horas persona dedicadas reales	Altitud del monte representado en color marrón
2	Horas persona dedicadas planificadas	Altitud del monte indicada en gris
3	Desviación en Euros respecto al ppto.	Profundidad del pozo en azul.
4	Tiempo de corrección errores de requerimientos	Anchura del musgo verde más claro.
5	Horas/persona corrección errores de requerimientos	Altura del musgo verde más claro.
6	Tiempo de corrección errores de diseño	Anchura del musgo verde claro.
7	Horas/persona de corrección errores de diseño	Altura del musgo verde claro.
8	Tiempo de corrección errores de codificación	Anchura del musgo verde oscuro.
9	Horas persona de corrección errores de codificación	Altura del musgo verde oscuro.
10	Tiempo de corrección errores de documentación	Anchura del musgo verde más oscuro.

11	Horas/persona corrección errores de documentación	Altura del musgo verde más oscuro.
12	Horas persona no productivas	Altura de surco en el monte
13	Hito incumplido	Estrella cuya posición destaca la existencia de un hito incumplido.
14	Desviación en horas de cumplimiento por hito	Estela de la estrella que indica la existencia del hito.
15	Revisión de requerimientos efectuada	Trébol con la primera de sus hojas por la izquierda en rojo
16	Revisión de diseño efectuada	Trébol con la segunda de sus hojas por la izquierda en rojo.
17	Revisión de codificación efectuada	Trébol con la tercera de sus hojas por la izquierda en rojo.
18	Revisión de documentación efectuada	Trébol con la cuarta de sus hojas por la izquierda en rojo.
19	Existencia de tarea realizada de gestión de riesgos.	Piedra representada en el monte.
20	Horas persona dedicadas a gestión de riesgos	Anchura de la piedra representada en el monte.
21	Horas persona reutilizadas (proyectos anteriores)	Altura sobre la cual se empieza a dibujar el monte.
22	Nº modificaciones de código solicitadas.	Nube sin lluvia, primer dígito indicado.
23	Nº modificaciones de código implementadas.	Nube sin lluvia, segundo dígito indicado.
24	Nº modificaciones de código rechazadas	Nube sin lluvia, tercer dígito indicado.
25	Nº modificaciones de diseño solicitadas.	Nube con lluvia, primer dígito indicado.
26	Nº modificaciones de diseño implementadas.	Nube con lluvia, segundo dígito indicado.
27	Nº modificaciones de diseño rechazadas	Nube con lluvia, tercer dígito indicado.
28	Nº modificaciones de requerimientos solicitadas	Nube con lluvia y rayo, primer dígito indicado.
29	Nº modificaciones de requerimientos implementadas	Nube con lluvia y rayo, segundo dígito indicado
30	Nº modificaciones de requerimientos rechazadas	Nube con lluvia y rayo, tercer dígito indicado
31	Horas persona dedicadas a modificaciones de código	Altura de la nube sin lluvia.
32	Horas persona dedicadas a modificaciones de diseño.	Altura de la nube con lluvia.
33	Horas/pers. dedicadas a modificaciones de requisitos.	Altura de la nube con lluvia y rayo.
34	Nº errores detectados antes entrega.	(Requeridos para calculo y no visualizado)
35	Nº errores detectados después entrega.	Segundo dato representado dentro del sol.
36	% errores detectados después entrega.	Primer dato representado dentro del sol.
37	Tiempo medio resolución errores.	Desplazamiento del sol respecto al punto origen

Tabla 2- Indicadores y su representación

#### 4. Líneas futuras

Durante el desarrollo de este modelo hemos tenido que desestimar una serie de indicadores relevantes en beneficio de una representación simple debido a la gran cantidad de información ya representada. Existen datos especialmente relevantes para poder evaluar el proceso de desarrollo acerca de aspectos como el número de errores (importante para estudiar el patrón de los mismos), recursos infrautilizados medidos en número de personas y no sólo en horas, esfuerzo dedicado a las revisiones en horas (actualmente sólo se visualiza en qué momento para saber que han sido efectuadas sin valorar los recursos utilizados para ello), grado de cobertura de las pruebas (actualmente se visualiza en esfuerzo, pero no la cobertura de las mismas), tiempos medios entre fallos (para conocer la fiabilidad del producto), horas hombre por fallo detectado, aportación de nuestro producto a la reutilización y

todos éstos sin entrar a valorar la posibilidad de incluir métricas de complejidad del software.

Indudablemente la inclusión de esta información enriquecería la visión, aunque es probable que la inclusión de ésta sea más apropiada a un segundo nivel o bien a través de funcionalidades implementadas en el software como navegación, zoom o incluso vuelo estilo Googleearth con datos de proyecto.

Para la implementación se ha optado por el desarrollo de la aplicación en el entorno gráfico de Java utilizando las librerías awt y swing así como API's para desarrollo gráfico que ofrecen la flexibilidad requerida para esta representación. Los siguientes pasos podrían ser decidir las funcionalidades de navegación a implementar a partir de esta representación integral para añadir funcionalidades de análisis y exploración así como el nivel de detalle de los datos que serán ofrecidos en este segundo nivel. Este trabajo se complementará con otras representaciones que ofrecerán la visión por actividades, tareas o producto y eliminando como base el eje temporal.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado bajo el proyecto TIN2004-06689-C03-01.

## Referencias

- [1] Baker Marla J. ;Eick ,Stephen G. . “Space filling SW visualization”. *Journal of visual languages and computing* 1995,6,119-133.
- [2] Chuah Mei C., Stephen G. Eick. “ Information Rich glyphs for Software management data”. (1998)
- [3] Cugola Gianpaolo; Ghezzi,Carlo. “Software Processes:a Retrospective and a Path to the Future”.*International Conference on Software Process* (Lisle, IL, 14-17 June 1998).
- [4] Fenton, Norman E.; Neil, Martin . *Software metrics Roadmap* , (2000).
- [5] Fuggetta Alfonso. *Software Process: A Roadmap* . “The Future of Software Engineering” Finkelstein Anthony (Ed.). ACM Press 2000
- [6] Knight, C.; Munro, M. “Comprehension with[in] Virtual environment visualizations.” *Proceedings in the IEEE 7<sup>th</sup> International Workshop on program comprehension*, Pittsburgh, Pa May 5-7,1999.
- [7] Koschke,Rainer. “Software visualization for reverse engineering” *Artículo del libro Software visualization* 138-150 Ed. Springer(2002)
- [8] Maletic ,Jonathan I.;Leigh, Jason; Marcus ,Andrian;Dunlap Greg. “Visualizing Object-oriented software in Virtual reality”. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> IEEE International Workshop on Program Comprehension (IWPC2001)*, Toronto, Canada, May 12-13, 2001, pp. 26-35.
- [9] Maletic, Jonathan I., Marcus, Andrian;Feng Louis .”*Source Viewer 3D(sv3D)-A Framework for Software Visualization*” *International Conference on Software Engineering .Proceedings of the 25<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering*.Portland, Oregon .Pages: 812 – 813.ISBN - ISSN:0270-5257 , 0-7695-1877-X (2003)
- [10] Maletic, Jonathan I., Marcus, Andrian;Collard Michael L. “A task oriented View of Software Visualization”. *VISSOFT Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Workshop on Visualizing Software for Understanding* ISBN:0-7695-1662-9 p. 32( 2002)
- [11] Montello, Daniel R. ; Fabrikant, Sara Irina; Ruocco, Marco; and Richard S. Middleton. “Testing the First Law of Cognitive Geography on Point-Display Spatializations”. *Spatial Information Theory Foundations of Geographic Information Science; International Conference. COSIT 2003, LNCS 2825*, pp. 316–331, (2003 )
- [12] Pettifer ,S.R. ;West, A.J.. “Deva: A coherent operating environment for large scale VR applications”. Myron Kreuger, Grigore Burdea, Henry Fuchs, and Michael Zyda, editors, *Proc. Virtual Reality Universe '97*, April 1997. (1997)
- [13] Thayer Richard H.. *Software engineering Project management* . IEEE Computer society (1997).
- [14] Umphressa, David A.; Hendrix T. Dean, Cross II James H. , Maghsoodloob Saeed.”*Software visualizations for improving and measuring the comprehensibility of source code*”. *Science of Computer Programming* 60 (2006) 121–133
- [15] Young P.;Munro M. “Visualizing Software in Virtual reality”.*Proceedings on the IEEE3 International Workshop on program comprehension*, Ischia, Italy Juen 24-26 1998, pp19-26 (1998)