

GitAna: una Aplicación para Medir Aspectos Sociales en Equipos Virtuales de Trabajo

Facundo Gallardo¹, Sergio Zapata¹, Gustavo Sevilla¹, Estela Torres¹

¹ Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan, Argentina
{fgallardo, szapata, gsevilla, etorres}@iinfo.unsj.edu.ar

Resumen. La conformación de equipos virtuales de trabajo, en donde los integrantes se encuentran dispersos geográficamente, ha crecido en los últimos tiempos favorecido por el uso creciente de las tecnologías de información y comunicación. Se espera que esa tendencia creciente continúe y se expanda a distintos sectores laborales de nuestra sociedad. Los aspectos sociales involucrados en los equipos de trabajo afectan significativamente el desempeño de los mismos; más aún en escenarios virtuales de trabajo donde las distancias culturales, idiomáticas y de husos horarios dificultan las relaciones personales. En el presente estudio se presenta una aplicación que permite medir en forma automática y on-line aspectos sociales en equipos virtuales de trabajo. Entre otras métricas la aplicación mide cohesión grupal, colaboración y polaridad de las interacciones. Se espera que esta herramienta sea un valioso aporte a la gestión de este tipo de equipos de trabajo. Especialmente que colabore en el proceso de toma decisiones de líderes de proyectos.

1 Introducción

El crecimiento constante en el uso de las tecnologías de la información y telecomunicación (TIC) ha permitido que la llamada globalización alcance a muchas organizaciones; de distintas envergaduras (grandes, medianas o pequeñas) y fines (comerciales, educativas, sociales, políticas, etc.). En este contexto, y para poder continuar desarrollando sus actividades de manera competitiva, dichas organizaciones promueven nuevas formas de trabajo. Una de ellas es la implementación de equipos virtuales (EV) de trabajo, es decir grupo de personas que se encuentran geográficamente dispersas, que realizan su trabajo impulsadas por un propósito común y mediante el uso de TIC.

Según encuestas internacionales, realizadas a personal de variadas organizaciones, el 85% de los encuestados manifestó haber trabajado en EV [1]. Conformar EV permite, entre otras ventajas, integrar personal calificado de distinta localización geográfica y muchas veces a un menor costo laboral. A su vez, los EV plantean problemas o desafíos tal como la gestión remota de proyectos, donde uno de los principales factores que la afectan son las relaciones sociales entre los miembros. Las buenas relaciones sociales interpersonales en EV son importantes para la comunicación, la motiva-

ción y la creación de un buen ambiente de trabajo que contribuya a la mejora de la productividad.

Dado el alto impacto que tiene el aspecto humano en la efectividad de los EV, resultaría conveniente, para los gerentes de las organizaciones o líderes, monitorear en tiempo real las relaciones sociales que se suceden entre los miembros, y determinar cuándo una intervención es requerida.

Una de las repercusiones del uso de las TIC en las actuales relaciones sociales tiene que ver con el registro digital de ellas en bases de datos, lo cual ofrece una oportunidad de analizar esos registros para medir y evaluar las mismas. La existencia de los repositorios de datos, como GitHub¹, en los cuales se dejan registros de las interacciones entre los miembros de EV de trabajo, resulta de gran utilidad en este sentido. Es en este aspecto en donde el presente trabajo ofrece un aporte, proponiendo una aplicación que explote los datos sociales almacenados en aquellos repositorios.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 refiere a otros trabajos relacionados. En la sección 3 expone los principales conceptos relacionados con los EV y los aspectos sociales asociados. La sección 4 describe la aplicación propuesta, denominada GitAna, para el análisis y monitoreo de aspectos sociales de miembros de EV. En la sección 5 se analiza críticamente la herramienta presentada como caso de estudio.

2 Trabajos Relacionados

En esta sección se describirán algunos estudios científicos referido a la medición de aspectos humanos del desarrollo de software y que utilizan como fuente de datos las interacciones registradas en repositorios o bases de datos.

En el estudio de Bettenburg & Hassan [2] se investiga el impacto de las métricas de interacción social sobre la calidad de software, tomando mediciones desde las interacciones entre desarrolladores de software registradas en sistemas de control de versiones. Las principales métricas sociales aplicadas son grado de participación, tiempo de respuesta, número de mensajes intercambiados, número de palabras intercambiadas y tamaño de equipos. El estudio elabora modelos estadísticos que corroboran la relación existente entre las métricas sociales y la calidad de software. Las métricas obtenidas en muchos casos son colectadas manualmente y luego de finalizada la ejecución de los proyectos de software.

Tourani & Adams [3] evalúan las interacciones de proyectos de software almacenadas en los repositorios de software, específicamente en Eclipse² y Openstack³, con el fin de detectar la relación existente entre sentimientos expresados en las interacciones y propensión a defectos de software. Este trabajo se realizó sobre 15 proyectos de software open source y los resultados muestran una fuerte conexión entre las métricas de aspectos humanos y software propenso a defectos. Estas conclusiones son preliminares dada la acotada muestra de proyectos utilizada.

¹ www.github.com

² www.eclipse.org

³ www.openstack.org

La relación entre sensibilidad social de los miembros de un EV y la performance de tal equipo es evaluada en el trabajo de Lacher & Biehl [4]. Este estudio realiza un análisis de los mensajes intercambiados en el equipo mediante la herramienta de mensajería Discord⁴. Uno de los principales hallazgos del trabajo es que la sensibilidad social es un buen predictor del desempeño de EV. Mejores niveles de desempeño podrían ser resultado de mayores niveles de comunicación y de promedios más alto de sensibilidad social.

El desarrollo de confianza interpersonal entre desarrolladores de software en EV facilita la colaboración y por lo tanto mejora el desempeño del equipo. Calefato *et al.* [5] presentan un análisis cuantitativo sobre cómo la propensión a confiar afecta positivamente el éxito de la colaboración en equipos virtuales de desarrollo de software. Para ello se basan en datos extraídos del repositorio de software Github actualizados a diciembre de 2016. Principalmente analizaron emails e interacciones entre desarrolladores midiendo propensión a confiar mediante la evaluación del nivel de amabilidad en el texto de los mensajes intercambiados. Los autores reportan evidencia preliminar que la propensión a confiar incrementa el nivel de aceptación de contribuciones de código al proyecto de software.

En el trabajo de da Cruz *et al.* [6] se presenta un framework para detectar confianza interpersonal en un equipo virtual de desarrollo de software basado en análisis de sentimiento. El framework establece métricas de comunicación, aceptación de conocimiento, tono positivo de conversaciones, mimetismo, colaboración, delegación, etc. basadas en el análisis de interacciones, eventos y datos colectados del repositorio Github.

Esta herramienta que opera en forma automática se enfoca específicamente en la medición de confianza interpersonal y podría ser de gran ayuda para las tareas de gestión de equipos virtuales de desarrollo de software.

Los trabajos mencionados advierten la importancia de tener en cuenta los aspectos humanos en los EV en general y en los de desarrollo de software en particular. Todos ellos advierten la oportunidad de usar los repositorios digitales, donde quedan almacenados las tareas, interacciones y otros aspectos del proceso, como fuente de medición. La mayoría de los trabajos analizados se enfocan en un estudio retrospectivo de los equipos de trabajo, sin interesarse por evaluar aspectos humanos durante el proceso de trabajo; medición en tiempo real. La excepción es el trabajo de da Cruz *et al.* [6] aunque éste sólo evalúa confianza interpersonal entre los aspectos humanos. En este trabajo presentamos una herramienta que intenta medir, durante el proceso, un conjunto de métricas relacionadas con aspectos humanos; con el fin de ser aplicadas en la gestión de EV de software.

⁴ www.discord.com

3 Marco Teórico

En esta sección se aborda, con mayor profundidad, conceptos y características de los equipos virtuales de trabajo y el impacto de los aspectos sociales en los mismos. Siendo estos tópicos los que enmarcan el presente trabajo.

3.1 Equipos Virtuales

Los equipos virtuales han reinventado la perspectiva organizacional logrando, en muchos casos, reemplazar a los equipos tradicionales, y esto ha permitido a las organizaciones emprender proyectos complejos y dinámicos [7].

Un EV - ya sea al otro lado de la calle o al otro lado del mundo - es un equipo cuyos miembros trabajan simultáneamente para un propósito común, mientras están físicamente separados [8]. Es un grupo de compañeros de trabajo, dispersos geográficamente y / o temporalmente, reunidos en el tiempo y el espacio a través de las TIC para lograr un objetivo organizacional común [9].

Los EV pueden hacer que los mejores profesionales trabajen juntos y ayuden a las organizaciones a lograr excelentes resultados sin tener que preocuparse por las limitaciones de ubicación [10, 11].

El ahorro en tiempo y costos de viaje, el acceso a expertos globales y la integración de múltiples perspectivas, lo cual fomenta la innovación, son algunas de las principales ventajas de los EV [12].

No obstante los beneficios mencionados, es escasa la capacitación en las organizaciones sobre cómo trabajar virtualmente [13] y la gestión de equipos virtuales globales tiene sus propios desafíos especiales. Tratar con la diversidad cultural [14], con diferentes husos horarios y con las relaciones interpersonales a distancia [15] puede tener efectos significativos en el rendimiento del equipo.

3.2 Aspectos Sociales en los Equipos Virtuales

Es reconocido el efecto de los factores sociales en el desempeño y la satisfacción de los EV. Factores sociales como la construcción de relaciones, la cohesión grupal y la confianza interpersonal son cruciales para la efectividad de los equipos virtuales [16, 17].

Según [10] la construcción de relaciones es un componente importante que contribuye a la efectividad de los EV. Si los miembros del equipo disfrutan de buenas relaciones crece la ayuda mutua entre ellos.

La cohesión del equipo es el grado en que sus miembros se identifican entre sí y con el grupo en general [18, 19]. Los equipos globales tienden a menores niveles de cohesión que los equipos colocalizados, en gran parte debido a que colaboran remotamente a través de tecnología en lugar de hacerlo cara a cara. Por otro lado, investigaciones previas sugieren que la falta de cohesión grupal se puede superar mediante el intercambio de más comunicaciones sociales entre los miembros del grupo [20]. Las interacciones sociales permiten a los miembros del equipo crear vínculos más fuertes, lo cual permitirá aumentar los niveles de cohesión del grupo.

En [21] se sugiere que la confianza es un componente vital en un equipo virtual. La confianza se define como "un estado que implica expectativas positivas acerca del propósito de otro con respecto a uno mismo en el marco de situaciones de riesgo" [22]. La confianza es importante para un equipo virtual, ya que une al equipo mientras trabaja en una tarea [21]. La confianza también cuenta para la construcción de relaciones en el equipo virtual, lo cual es deseable [10].

4 Solución Propuesta

GitAna, la aplicación que se propone en el presente trabajo, permitirá a los gerentes y líderes de equipos distribuidos observar el comportamiento de los grupos de trabajo y de ser necesario intervenir en casos donde la comunicación u otros aspectos humanos sean considerados deficientes.

Dado que GitAna usa a la plataforma Github como fuente de datos, es necesario describir primero el modelo de trabajo utilizado en ella. Para luego explicar brevemente cada métrica usada en GitAna, sus funcionalidades principales y su arquitectura.

4.1 Modelo de Trabajo de Github

Github es un repositorio para alojar proyectos de software que utiliza el sistema de control de versiones de Git⁵. La plataforma integra una serie de características y funcionalidades que hacen única su información sobre las actividades de los desarrolladores de software a código abierto [23].

Github utiliza una forma de trabajo basada en Pull Request (PR), un nuevo método colaborativo de desarrollo distribuido de software. Un PR es un mecanismo de solicitud de cambio de código de software que facilita la colaboración entre desarrolladores. El PR es la unidad de trabajo de GitHub y representa de alguna manera el trabajo colaborativo realizado por sus miembros. Un PR es una solicitud de cambio al software, ese cambio puede ser para implementar una mejora, adicionar una nueva funcionalidad o para remover un defecto.

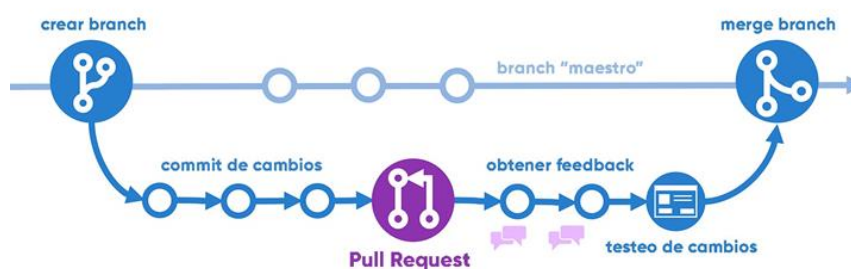


Fig. 1. Flujo de Trabajo de Github

⁵ git-scm.com

Como muestra la Figura 1 un desarrollador puede tomar el código fuente de un proyecto de software y crear una copia del mismo (branch) para a partir de ella generar nuevo código dentro de un nuevo PR. Cuando el desarrollador genera una solicitud de PR se notifica al equipo de desarrollo del proyecto de software original (branch maestro) que se desea que se consideren los cambios propuesto en tal PR. Es en este momento cuando se comienza un proceso de revisión del nuevo código propuesto mediante una discusión (feedback) entre revisores. Cuando el código de cambio ha sido verificado (testeo de cambios), el PR propuesto puede ser aceptado, mediante un proceso de fusión (merge branch), o rechazado. Cada PR conserva un registro de los cambios propuestos, conversaciones realizadas durante la revisión e historia de modificaciones al código mediante puntos de guardado llamados commit. De esta manera se mantiene una historia transparente del trabajo realizado que otros pueden seguir para comprender lo que se ha hecho y por qué.

La novedad de utilizar este modelo radica en la separación del esfuerzo de desarrollo de software respecto de la decisión de incorporar los resultados del desarrollo en el branch maestro. De esta manera el trabajo se distribuye entre un equipo contribuyente que presenta cambios para ser considerados para la fusión con el branch maestro y un equipo central que supervisa el proceso de fusión [24].

4.2 Métricas para la Medición de Interacciones

En la Tabla 1 se describen las métricas de aspectos sociales utilizadas en GitAna. Estas métricas han sido obtenidas desde la bibliografía científica a la cual se hace referencia en la misma tabla.

4.3 Funcionalidades Principales

GitAna, aplicando un conjunto de cálculos que implementan las métricas mencionadas en la sección anterior, ofrece dos módulos funcionales que reportan datos estadísticos, uno a nivel de Pull Request y el otro a nivel de Proyecto.

4.3.1 Módulo de Métricas de Pull Requests

Este módulo muestra información sobre las interacciones sociales entre los miembros de un determinado PR. Por una parte se muestra un resumen de las estadísticas grupales, ver Figura 2. En ella se informa, en una escala porcentual, el grado de cohesión, de colaboración, de mímica y de polaridad alcanzado por el grupo de miembros del PR. Estas estadísticas grupales se calculan promediando los resultados de las métricas individuales de los participantes.

En el ejemplo mostrado en la Figura 2 se puede observar un bajo nivel de colaboración en el grupo lo cual puede implicar una oportunidad para tomar decisiones por parte del líder del grupo.

Tabla 1. Métricas de Aspectos Sociales

Métrica	Fórmula	Fuente
Cohesión Interpersonal entre el miembro i del equipo y el miembro j . (M_{ij} mensajes del miembro i al miembro j)	$CINT_{ij} = 1 - \frac{ M_{ij} - M_{ji} }{M_{ij} + M_{ji}}$	[25]
Cohesión Individual del miembro i del equipo. (G conjunto de miembros del grupo)	$CIND_i = \frac{\sum_{j=1}^{ G -1} CINT_{ij}}{ G - 1}$	[25]
Cohesión grupal del equipo e . (G conjunto de miembros del grupo)	$CGR_e = \frac{\sum_{i=1}^{ G } CIND_i}{ G }$	[25]
Mímica o Similitud de vocabulario entre los miembros i y j del equipo. SC es la función coseno de similitud, W_i conjunto de palabras usadas por miembro i y W_j conjunto de palabras usadas por miembro j .	$CMM_{ij} = SC(W_i, W_j)$	[6] [26]
Polaridad de los comentarios entre dos miembros. Donde C_{+ij} es la cantidad de comentarios con polaridad positiva de i a j , y C_{ij} es el total de comentarios de i a j (comentarios que i escribió en PR de j o comentarios donde i mencionó a j).	$P_{ij} = \frac{C_{+ij}}{C_{ij}}$	[6]
Capacidad de un miembro donde $PRA(i)$ es la cantidad de PRs creados por i que hicieron merge, y $PR(i)$ es la cantidad de PRs creados por i .	$M_i = \frac{PRA(i)}{PR(i)}$	[6]
Colaboración entre los miembros donde $I(mi, mj)$ es el número de interacciones entre i y j , y $I(mi)$ es el total de interacciones de i y j con los miembros del PR.	$CL_{ij} = \frac{I(mi, mj)}{I(mi)}$	[6]
Colaboración Individual del miembro i del equipo. (G conjunto de miembros del grupo)	$CLI_i = \frac{\sum_{j=1}^{ G -1} CL_{ij}}{ G - 1}$	[6]
Colaboración grupal del equipo e . (G conjunto de miembros del grupo)	$CLG_e = \frac{\sum_{i=1}^{ G } CLI_i}{ G }$	[6]

También se informan, en una escala porcentual, métricas individuales como nivel de cohesión y colaboración de cada miembro del PR, ver Figura 3. La cohesión individual nos indica cuán cohesionado está cada miembro respecto del grupo de trabajo, mientras que la colaboración nos señala el nivel de actividad colaborativa de cada uno de ellos.

En el ejemplo presentado en la Figura 3 se puede notar que el miembro *ismoura* tiene bajos niveles de cohesión y colaboración, ésta es otra posible oportunidad de toma de decisiones para los administradores del proyecto.

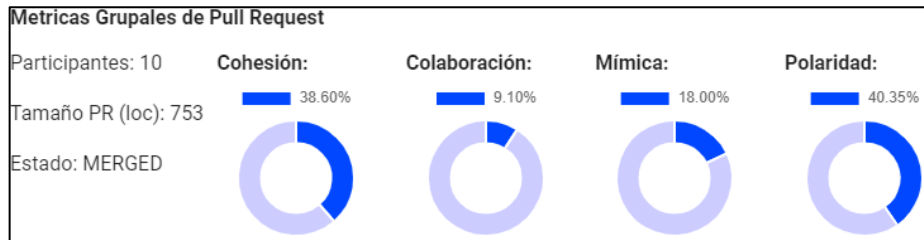


Fig. 2. Gráficos de Métricas Grupales en un PR.

Por último, se muestra una tabla con la cantidad de mensajes enviados, mensajes recibidos, mímica y polaridad individual de cada miembro, ver Figura 4.

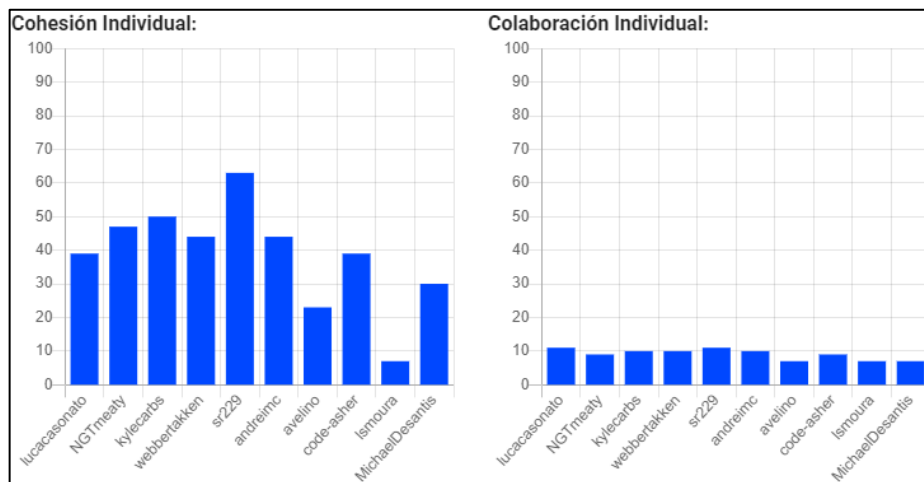


Fig. 3. Gráficos de Cohesión y Colaboración Individual en un PR.

4.3.2 Módulo de Métricas de Proyecto

Este módulo reporta datos de todos los PR de un proyecto de software determinado. En primer lugar muestra una tabla donde cada fila expone datos de un PR del proyecto, y las columnas indican los resultados de las métricas de interacción a nivel de grupo (cohesión, colaboración, mímica y polaridad), junto con datos extraídos desde Github sobre el PR. En la Figura 5 se puede observar un ejemplo de los datos mencionados.

En este caso los líderes de proyecto pueden observar los aspectos sociales en una forma comparativa entre los distintos PRs. De esa manera podrían detectar la evolución de dichos aspectos en el tiempo.

Participante	Msj. Enviados	Msj. Recibidos	Mímica	Polaridad
lucacasonato	71	24	0.30	0.83
NGTmeaty	20	19	0.20	0.00
kylecarbs	22	23	0.19	0.50
webbertakken	12	22	0.26	1.00
sr229	18	21	0.12	1.00
andreimc	39	18	0.25	0.27

Fig. 4. Tabla de mensajes enviados y recibidos, Mímica y Polaridad en comentarios de un PR.

También se puede ver una tabla donde cada fila es un miembro que participó en algún PR del proyecto y las columnas indican los resultados de las métricas de interacción individuales (cohesión individual, colaboración individual, polaridad, capacidad), junto con datos extraídos de Github sobre el miembro. En la Figura 6 se puede observar un ejemplo de los datos mencionados.

PR#	Cohesión Grupal	CG Varianza	Colaboración Grupal	Mímica Grupal	Polaridad Grupal	Participantes	Fecha Inicio	Fecha Cierre	Duración Dias	Código Agregado
2	1.00	0.00	1.00	0.00	0.50	2	04/03/19	05/03/19	1	425
5	0.35	0.03	0.35	0.16	0.20	5	05/03/19	06/03/19	1	12
6	0.67	0.06	0.67	0.21	1.00	3	05/03/19	06/03/19	1	48
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	05/03/19	05/03/19	1	2
10	1.00	0.00	1.00	0.08	0.50	2	05/03/19	05/03/19	1	1

Fig. 5. Estadísticas de Pull Requests en un Proyecto de Software

El módulo también muestra un resumen de las estadísticas grupales del proyecto, ver Figura 7, cada una de las métricas mostradas en el resumen se calcula promediando los valores obtenidos de la Figura 5.

4.4 Arquitectura de GitAna

En la Figura 8 se puede observar la arquitectura de software diseñada para la implementación de GitAna. Para el desarrollo de la aplicación propuesta se utilizó el fra-

mework Vue.js.; que es un framework de javascript progresivo que permite desarrollar software de manera rápida e incremental.

Miembro	Cohesión Individual	Colaboración Individual	Capacidad	Cant. PR Autor	Polaridad	Cant. PR Participa	Rol
Noel2	0.23	0.55	1.00	2	0.32	5	contribuyente
Victorescco	0.13	0.22	0.60	34	0.34	59	contribuyente
andrei	0.60	0.51	0.50	6	0.45	78	miembro
NGTmeaty	0.42	0.60	0.70	12	0.25	16	contribuyente
vapurr	0.30	0.28	1.00	1	0.20	1	contribuyente
CodeMar	0.66	0.37	0.88	87	0.68	134	miembro

Fig. 6. Estadísticas de Miembros en un Proyecto de Software.

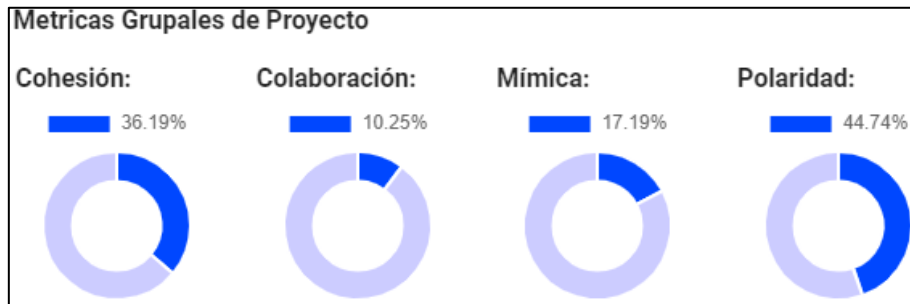


Fig. 7. Gráficos de métricas grupales en un Proyecto de Software.

Para hacer el relevamiento de los datos de los miembros de los proyectos y sus actividades se utiliza la API v4 de Github y su lenguaje de consulta GraphQL [27]. Tanto las consultas como la respuesta de parte de la API son implementadas en formato JSON (Javascript Object Notation).

A los datos obtenidos se les aplica un algoritmo propio de conteo que genera una matriz de interacciones entre los miembros de un PR. Se considera interacción de un miembro p1 hacia otro p2 cuando hay un comentario o reacción (emoji en respuesta a un comentario) dirigido de p1 a p2 o de p1 a todos.

Con la matriz de interacciones es posible aplicar técnicas de extracción de evidencia. Se utilizaron las fórmulas expuestas en la subsección 4.2 para el cálculo de las interacciones sociales.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Hay consenso en la literatura científica que los aspectos sociales son muy influyentes en el buen desempeño de los equipos de trabajo, ha habido mucho estudio al respecto. Sin embargo, son escasos todavía los avances alcanzados en el dominio de los equipos virtuales. Este trabajo intenta hacer un aporte en este sentido, presentando una aplicación, que actualmente está en estado de prototipo avanzado, que permite elaborar métricas de aspectos sociales de EV de desarrollo de software.

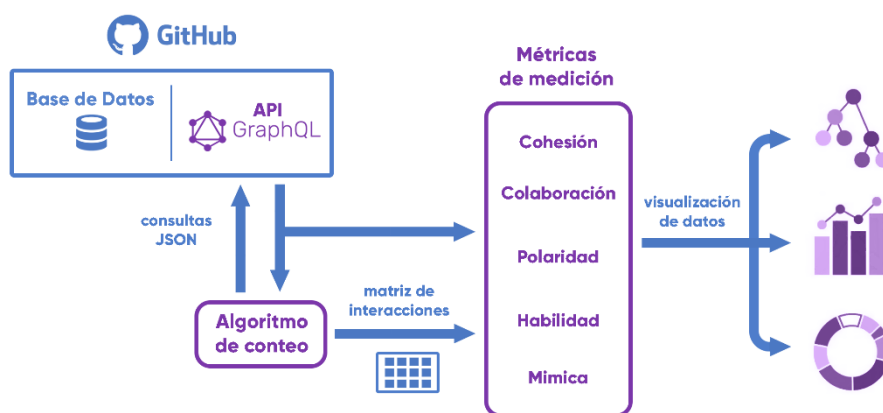


Fig. 8. Arquitectura de GitAna.

GitAna ofrece un conjunto de datos, muchos de ellos relacionados con aspectos sociales del desarrollo de software, que los líderes de estos equipos pueden transformar en información valiosa para la toma de decisiones. Así por ejemplo se puede inferir cual es el miembro del equipo que más conectado está con los demás, cual expresa mayor optimismo en sus mensajes, quien tiene mayor propensión a la cohesión grupal, etc. Estos datos serían muy útiles para detectar EV con baja cohesión, motivación o colaboración, con menor interacción y tomar medidas que intenten revertir esa situación.

Además estos datos pueden ser analizados para encontrar relaciones entre determinadas características de los EV, por ejemplo de alta cohesión, con los resultados obtenidos por ellos. Si el PR ejecutado por el equipo ha sido fusionado (merged) al repositorio original entonces se puede inferir que el resultado del trabajo ha sido exitoso. Así podríamos entender qué aspectos sociales predicen el éxito de los equipos de trabajo.

También es posible analizar relaciones entre aspectos sociales y tamaño o duración de proyectos de software y evaluar cómo aquellos pueden ser impactados por ciclos de desarrollos más extensos.

El diseño de GitAna permite obtener los datos sociales en cualquier momento del proceso de desarrollo de software, incluso en etapas tempranas. Esto es muy impor-

tante dado que las variables vinculadas a cuestiones sociales son cambiantes durante todo el ciclo de desarrollo. Esta característica distingue a GitAna de otras iniciativas que solo elaboran datos de proyectos de software ya culminados.

La aplicación toma como fuente de datos a Github, una plataforma orientada al desarrollo de software. No obstante, Github es una especialización de Git, la cual es una plataforma de trabajo colaborativo de propósito general. De allí que GitAna puede ser adaptada, con cierta facilidad, a otros dominios de aplicación, más allá del proceso de desarrollo de software.

Se espera que los EV, el teletrabajo, la internacionalización de los mercados laborales continúen creciendo en el futuro. Por ello, es necesario medir, evaluar y entender los aspectos sociales en estos nuevos entornos. El desafío que identificamos es poder trasladar la experiencia ganada, con GitAna en el dominio del desarrollo de software, a otros dominios laborales alcanzados por la internacionalización y las TIC.

Referencias

1. Hoch, J. E., & Dulebohn, J. H. (2017). Team personality composition, emergent leadership and shared leadership in virtual teams: A theoretical framework. *Human Resource Management Review*, 27(4), 678-693.
2. Bettenburg, N., & Hassan, A. E. (2013). Studying the impact of social interactions on software quality. *Empirical Software Engineering*, 18(2), 375-431.
3. Tourani, P., & Adams, B. (2016, March). The impact of human discussions on just-in-time quality assurance: An empirical study on openstack and eclipse. In 2016 IEEE 23rd International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER) (Vol. 1, pp. 189-200). IEEE.
4. Lacher, L. L., & Biehl, C. (2019, February). Does Social Sensitivity Impact Virtual Teams?. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 36-42).
5. Calefato, F., Lanubile, F., & Novielli, N. (2017, May). A preliminary analysis on the effects of propensity to trust in distributed software development. In 2017 IEEE 12th international conference on global software engineering (ICGSE) (pp. 56-60). IEEE.
6. da Cruz, G. A. M., Moriya-Huzita, E. H., & Feltrim, V. D. (2018). ARSENAL-GSD: A framework for trust estimation in virtual teams based on sentiment analysis. *Information and Software Technology*, 95, 46-61.
7. Peters, L.M., & Manz, C.C. (2007). Identifying antecedents of virtual team collaboration. *Team Performance Management*, 13, 117-129.
8. Zofi, Y. S. (2011). *A manager's guide to virtual teams*. Amacom Books
9. Duarte, D. L., & Snyder, N. T. (2006). *Mastering virtual teams: Strategies, tools, and techniques that succeed*. John Wiley & Sons.
10. Horwitz, F.M., Bravington, D., & Silvis, U. (2006). The promise of virtual teams: identifying key factors in effectiveness and failure. *Journal of European Industrial Training*, 30(6), 472-494.
11. Maznevski, M., Steger, U., & Amann, W. (2007). Managing complexity in global organizations as the meta-challenge. *Managing complexity in global organizations*, 3-14.
12. Brewer, P. E., Mitchell, A., Sanders, R., Wallace, P., & Wood, D. D. (2015). Teaching and learning in cross-disciplinary virtual teams. *IEEE Transactions on professional communication*, 58(2), 208-229.

13. Rosen, B., Furst, S., & Blackburn, R. (2006). Training for virtual teams: An investigation of current practices and future needs. *Human Resource Management: Published in Cooperation with the School of Business Administration, The University of Michigan and in alliance with the Society of Human Resources Management*, 45(2), 229-247.
14. Powell, A., Piccoli, G., and Ives, B. (2004). Virtual teams: a review of current literature and directions for future research. *ACM Sigmis Database*, vol. 35, no. 1, pp. 6–36.
15. Swigger, K., Nur Aplaslan, F., Lopez, V., Brazile, R., Dafoulas, G., & Serce, F. C. (2009). Structural factors that affect global software development learning team performance. In *Proceedings of the Special Interest Group on Management Information System's 47th Annual Conference on Computer Personnel Research*, ser. SIGMIS CPR '09. New York, NY, USA: ACM, pp. 187–196.
16. Chang, A., and Bordia, P. (2001). A multidimensional approach to the group cohesion-group performance relationship. *Small Group Research* 32(4) 379-405.
17. Goodman, P., Ravlin, E., and Schminke, M. (1987). Understanding groups in organizations. *Tepper School of Business*, Jan. 1987.
18. Carron, A. V., Widmeyer, W. N., and Brawley, L. R. (1985). The development of an instrument to assess cohesion in sport teams: The Group Environment Questionnaire, *Journal of Sport Psychology* 7 244-266.
19. Chidambaram, L. (1996). Relational development in computer-supported groups, *MIS Quarterly* 20(2) 143-165.
20. Carless, S. A., & De Paola, C. (2000). The measurement of cohesion in work teams. *Small group research*, 31(1), 71-88.
21. Greenberg, P.S., Greenberg, R.H., & Antonucci, Y.L. (2007). Creating and sustaining trust in Virtual teams. *Business Horizons*, 50(4), 325-333.
22. Boon, S.D., & Holmes, J.G. (1991). The dynamics of interpersonal trust: resolving uncertainty in the face of risk. In *Hinde, R.A. & Groebel, J. (Eds.), Cooperation and Prosocial Behavior* (pp. 190-211), Cambridge: Cambridge University Press.
23. Dabbish, L., Stuart, C., Tsay, J., & Herbsleb, J. (2012, February). Social coding in GitHub: transparency and collaboration in an open software repository. In *Proceedings of the ACM 2012 conference on computer supported cooperative work* (pp. 1277-1286).
24. Gousios, G., Pinzger, M., & Deursen, A. V. (2014, May). An exploratory study of the pull-based software development model. In *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 345-355).
25. Gallardo, F., Sevilla, G., Torres, E. y Zapata, S. (2019). Análisis de Datos de GitHub para Evaluar Cohesión en Equipos Virtuales de Desarrollo de Software. *CONAIIISI 2019*, Buenos Aires, ARGENTINA.
26. Vincent (MSVCode). (2018). <https://github.com/MSVCode/doc-similarity>.
27. Facebook Inc. (2019), GraphQL. <https://graphql.org>.