مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (4) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (4) 2008

خوارزميات توصيف نموذج الكينونات الفعالة لتدفق العمل للأنظمة المطورة وفق معيار "SEAM"

الدكتورة كندة أبو قاسم*
الدكتور عفيف صقور**
محمود مقصود***

(تاريخ الإيداع 20 / 5 / 2008. قُبِل للنشر في 2008/9/11)

□ الملخّص □

يرمي هذا البحث إلى بناء نموذج يمكننا من التحكم بسير العمليات وأنظمة تدفق العمل، وإلى بناء نموذج مفاهيمي يسرع عمل الإجرائيات والفعاليات في أنظمة قواعد البيانات العلائقية، عن طريق دمج معيار الزمن في مخططات تدفق العمل النموذجية، لتتم معالجة ومراقبة العمليات الآنية والمتغيرة في أنظمة الزمن الحقيقي ، وتم لهذا الغرض اقتراح نموذج الكينونات والحالة والفعاليةSEAM (State-Entity-Activity-Model) إذ يتمكن محلّلو النظم بواسطة هذا النظام من بناء وتطوير أنظمة تدفق عمل(Work Flow) من مستوى نموذجي واحد، كما يعرف هذا النظام قواعد لبناء أداة تصميم نموذجية تمكننا من بناء نظام تدفق عمل خال من الأخطاء . وقد تبين نتيجة الدارسة أن النظام SEAM أكثر اكتمالا ويسهل على المطور عملية التطوير والإدارة، لأن كل ما يتبع له العمل يقع ضمن مخطط تدفقي واحد .

الكلمات المفتاحية : أنظمة تدفق العمل – نمذجة البيانات – نمذجة العمليات – قواعد البيانات العلائقية – النماذج المؤقتة – المتطلبات الهندسية.

* أستاذ مساعد – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.
** مدرس – قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين اللاذقية – سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم الاتصالات والالكترونيات– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (4) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (4) 2008

A State-Entity-Activity-Model (SEAM) for A Well-Defined Workflow Development Methodology

Dr. Kinda Abo Kassam [*]
Dr. Afif Sakour [**]
Mahmoud Maksoud [***]

(Received 20 / 5 / 2008. Accepted 11 / 9 / 2008)

□ ABSTRACT □

This study attempts to build a module to help us control the process in any workflow system and set upa conceptual module to improve the procedural speed in RDBMS by inserting time in entity and state module of workflow standard modules to handle and audit the instance process in any real time systems. To achieve this goal, we suggest SEAM (State –Entity –Activity –Model) and by this system we can help analyzer systems develop workflow systems from one conceptual level; this system also builds a help designer mechanism to build good workflow systems without errors by using private compilers. This study implies that SEAM is the best integrated system that improves development work in management because everything related to his work shows up in one flow schema.

Keywords: Workflow systems, data modeling, process modeling, relational databases, temporal models, requirements engineering.

[*]**Associate Professor, Department of Computer Engineering and Automatic Control, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.**
[**]**Assistant Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.**
[***]**Postgraduate Student, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.**

مقدمة :

يرمي بناء و تصميم أنظمة لإدارة تدفق العمل أو ما يطلق عليه WFMS (Work Flow Management System)إلى تحسين طرق التعامل مع إجرائيات العمل والذي يمثل مجموعة من المهام المنظمة لتنفيذ عمل ما، كما يرمي أيضا إلى تتبع نشاط الإجرائيات ومعرفة مسار سير العمليات في أنظمة تدفق العمل[3] .

تستخدم المنهجيات الحالية لتصميم بنية عمل حقيقية لتقنية تدفق العمل(Work Flow) سمات هذه التقنية مثل سمة البيانات وسمة العملية والسمة التنظيمية ويفيدنا هذا المفهوم المجزأ في عملية تحليل النظم وكذلك في عملية التوثيق وتكمن المشكلة بأنه لا يمكن لأي نموذج بأي شكل كان بناء أي Workflow أو إدارته . ولذلك قمنا باقتراح حلّ لهذه المشكلة عن طريق تصميم نظام نموذجي أطلقنا عليه نموذج SEAM (State-entity-activity-model)، والذي يسهل عملية نمذجة أنظمة تدفق العمل الحقيقي. وإضافة لذلك يساعد هذا النظام في بناء أدوات تسهل عملية بناء تطبيقات تدفق العمل(Workflow).

أهمية البحث وأهدافه :

يرمي هذا البحث إلى تصميم نموذج يعتمد تقنية (Work Flow) إذ إنّ هذه التقنية تتولى عملية إدارة ومراقبة سير العمل وتتبع سير إجرائيات العمل في النظم الحاسوبية إلا أنها تفتقر إلى الكثير من التوصيفات والقوانين، لذلك تم اقتراح نموذج مفاهيمي لهذه التقنية باستخدام نظام (SEAM) ليتم إدخال معيار الزمن ضمن خطة سير العمل ليشكل بذلك خطوة أولى نحو اشتقاق نموذج لبيئة تدفق عمل نموذجية تمكننا من تتبع عمل الإجرئيات ومراقبة كل التغييرات الآنية والتأكد من عملها على منظومات العمل في الزمن الحقيقي .

طريقة البحث ومواده :

درسنا في هذا البحث النقاط التالية :

1- المعايير الأساسية لأنظمة تدفق العمل وفق النماذج المرجعية لمنظمة WFMC (Work Flow Management Center)

2- دراسة لمعايير نماذج نشاط الكينونات الأساسية من اجل تعريف نموذج رياضي لمخطط SEAM

3- توصيف نموذج رياضي لمخطط SEAM

4- معايير تطبيق فرضية وقواعد نظام SEAM على أنظمة العمل في الزمن الحقيقي

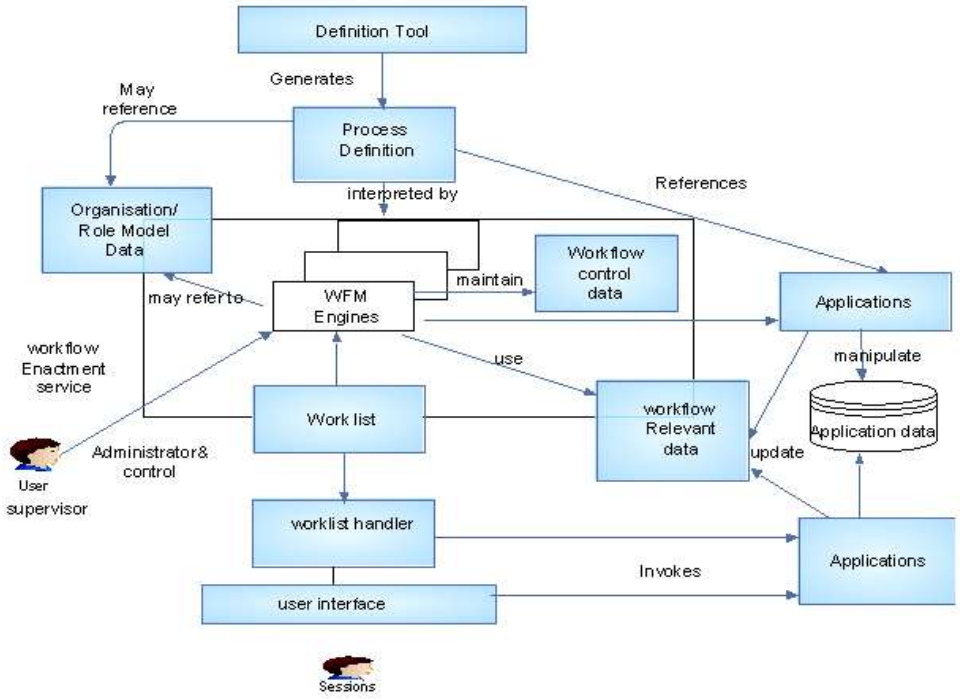
5- تحسين وتنفيذ أنظمة تدفق العمل اعتمادا على نموذج SEAM

6- مقارنة بين نموذج SEAM ونماذج أخرى معتمدة عالميا.

1- المعايير الأساسية لأنظمة تدفق العمل وفق النماذج المرجعية لمنظمة WFMC

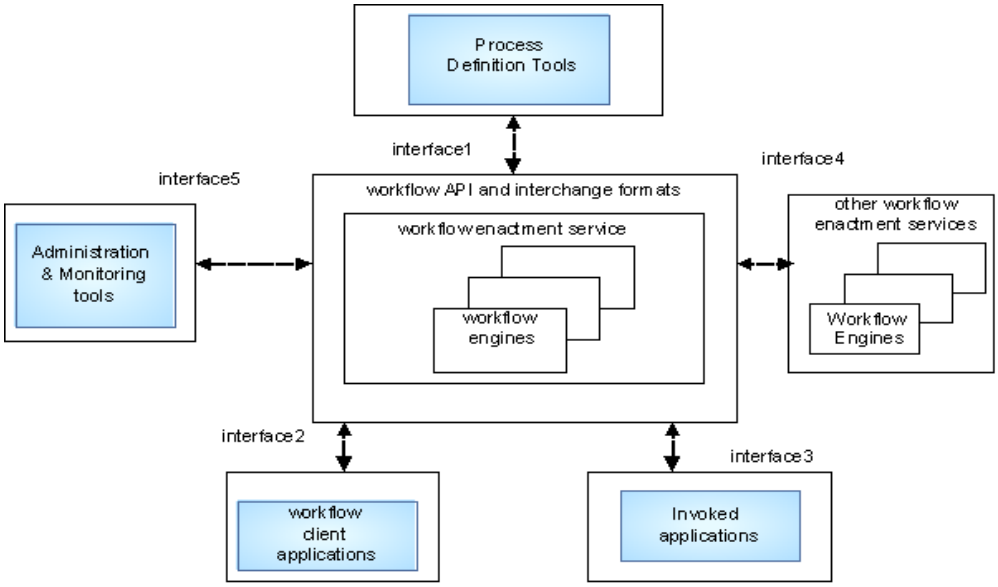
(Workflow definition according to WFMC)

يعرف تدفق العمل وفق النموذج المرجعي لمنظمة (WFMC) بأنه أتمتة لإجرائيات العمل التي يتطلبها أي نظام بشكل كامل أو بشكل جزئي،ويزودنا نموذج تدفق العمل المرجعي الذي قدمته منظمة WFMC بإطار عمل لبرنامج المقاييس الخاص بالمنظمة[3]. حيث يعرف النموذج المرجعي القواعد المشتركة بين نظم تدفق العمل المختلفة إضافة إلى مكوناتها ومصطلحاتها الرئيسة ،كما يعرف خمس واجهات مستقلة عن بعضها والتي من خلالها يتمكن أي نظام إدارة تدفق عمل من التفاعل مع بيئته ومستخدميه ومع الأدوات والتطبيقات الحاسوبية، إذ تتم عملية تطوير تدفق العمل من خلال واجهة واحدة ،مما يسهل عمليات التشغيل البيئية و كذلك عمليات الإدارة والصيانة. وقد تم تطوير هذا النموذج المرجعي عن نموذج تدفق العمل العام الذي وضعته المنظمة، الذي يظهر العلاقة بين مكونات نظام تدفق العمل وارتباطها بالتطبيقات والعمليات والموضح بالشكل(1) [2] [3] :



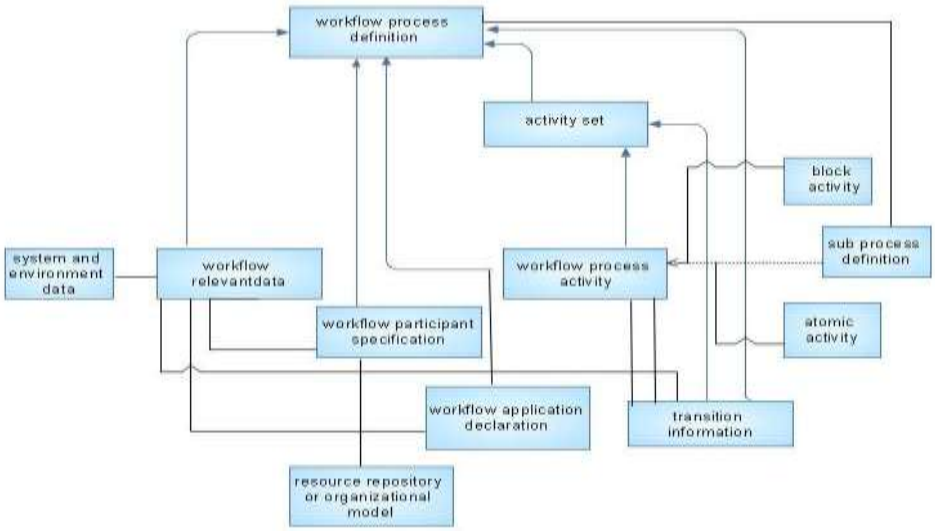
الشكل (1) يوضح توصيفا لنموذج تدفق العمل وفق منظمة WFMC

مع العلم أن كل تطبيق يحتاج إلى تعريف واجهة خاصة في أنظمة تدفق العمل الحقيقية لأنها تختلف من نظام عمل إلى آخر، وهي تمكن المنتجات من التشغيل البيئي فيما بينها على عدة مستويات. تحوي جميع نظم تدفق العمل عددا من المكونات العامة والتي تتفاعل بعضها مع بعض عن طريق مجموعة من الطرائق المعرفة. ولانجاز التشغيلية البيئية بين المنتجات المختلفة لتدفق العمل، فلا بد من مجموعة مقيسة من الواجهات وصيغ تبادل المعطيات بين تلك المكونات وهذه هي المشكلة التي تعاني منها أغلب الأنظمة . لذلك قامت WFMC بتعريف نموذج مرجعي لأنظمة تدفق العمل لهذه الواجهات و يوضح الشكل (2) النموذج المرجعي لتدفق العمل الذي عرفته منظمة WFMC للواجهات الواجب تعريفها لأنظمة تدفق العمل [3][4]:



الشكل (2) النموذج المرجعي الأساسي لواجهات أنظمة تدفق العمل

ولتوصيف المعاملات (Process) في نظام إدارة تدفق العمل نستخدم لغة XPDL (XML Process Definition Language) والتي قامت بوضعها منظمة WFMC ، وتعتبر WfMC نفسها مسئولة عن تقويم وتطوير أي نظام إدارة تدفق عمل يعتمد لغتها التو صيفية XPDL وتمتاز هذه اللغة بمرونتها وقابليتها للتوسع. ووفقا لهذه المفاهيم يمكن تعريف العناصر الكاملة التي تسمح بتوصيف أية معاملة أو إجرائية وفقا للنموذج الأساسي المعياري لأنظمة تدفق العمل المبينة في الشكل (3) [4] :

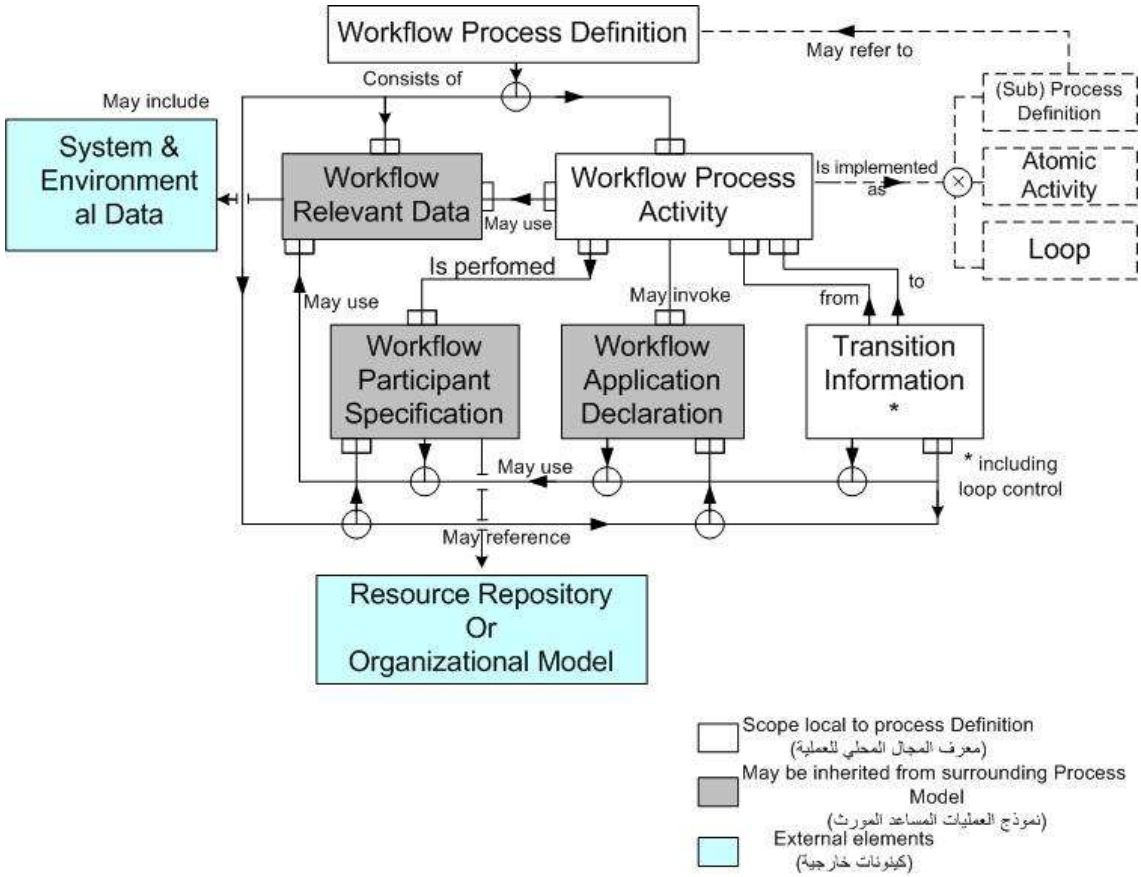


الشكل (3) خوارزمية توصيف العمليات في أنظمة تدفق العمل

2- دراسة لمعايير نماذج نشاط الكينونات الأساسية :

(The State-Entity-Activity-Model)

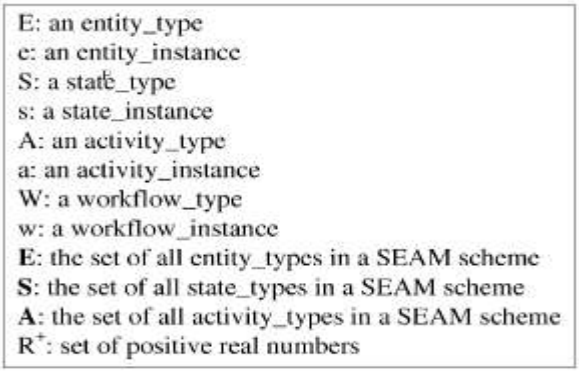
تحتاج أنظمة تدفق العمل إلى توصيف المكونات الأساسية لها، وذلك بحسب توصيف منظمة (WFMC) وهذه المكونات هي الكينونة والفعالية والحالة والتي تفتقر إلى توصيف نموذجي رياضي يحدد العلاقة بين هذه المكونات ويوضح الشكل (4) العلاقة بين المصطلحات الأساسية لتدفق العمل وفق النموذج المرجعي [2]:



الشكل (4) العلاقة بين المصطلحات الأساسية لتدفق العمل

نستنتج من خلال المخطط عدم وجود علاقة زمنية بين الفعالية (Activity) والعملية (Process) كما أنه يتم تقسيم العملية إلى عدة عمليات و هذا يسبب اختلافاً فعلياً بين زمن تنفيذ الفعالية و زمن استجابة الأجزاء في هذا النظام ولحل هذه المشكلة سنقوم بربط الأحداث والمعطيات بشكل صريح لتستخدم في توصيف إجرائيات سير العمل المتغيرة أنيا ، ثم بناء حزمة برمجية لتدير حركة الإجرائيات والفعاليات والحالات والكينونات من مستوى إداري واحد لتسهيل عملية التحديث والمراقبة في نظام تدفق العمل.

ولأجل تحقيق هذه الغاية تم اقتراح نظام (SEAM) لإيجاد علاقة رياضية تربط بين المكونات الأساسية لتدفق العمل (الكينونة والفعالية والحالة) ولتعريف هذه العلاقة الرياضية سنقوم بتعريف بعض الرموز والعلاقات الرياضية ذات الصلة ويبين الشكل (5) بعض العناصر المستخدمة في توصيف مخطط SEAM:



الشكل (5): العناصر والرموز المستخدمة في مخطط SEAM

ولتوصيف النموذج الرياضي نحن بحاجة لتعريف الواصفات التالية:

1 – واصفات الكينونة في نظام (SEAM):

إن أية كينونة في نظام SEAM لها عدة مميزات منها:

a– نوع الكيان (entity-type):

يمثل نوع الكيان مجموعة من الحالات الآنية للكينونة (ei) وتوصف رياضيا كما يلي:

$$E = \{ei \forall i = 1...n\}$$

b– مميزة الكينونة (Entity-Attribute):

تشتق مميزة الكينونة من نوع الكينونة (Entity-type) عمليا وتمثل رياضيا بالجداء الديكارتي لمجموعة قيم ويمكن تعريفه بالعلاقة التالية :

$$\text{Eat: Ei} \rightarrow V_i \text{ or } Vi1 \times Vi2 \times ..... \times Vin$$

c – الطابع الزمني للكيان (Entity-time-stamp):

نحدد بواسطتها الموقع الزمني لكل نوع الكينونة (Entity –type) وهي مؤلفة من مجموعة أعداد حقيقية موجبة ويمكن التعبير عنها رياضيا بالعلاقة التالية:

$$\text{ets : Ei} \rightarrow V_{ti} \text{ where } V_{ti} = \{x \mid x \in R^+\}$$

d– المفتاح الرئيسي ((Primary key:

إن لكل نوع كينونة (entity type) مفتاحاً رئيسياً على الأقل، وبما أن (P) تشتق من المجموعة الثانوية للوحدة النمطية للكينونة فهي تمثل الجداء الديكارتي لمجموعة القيم المقابلة للمفتاح الرئيسي لأي نوع كينونة (entity type)، ويمثل المفتاح الرئيس رياضيا بالعلاقة التالية:

$$P \cup ets(Ei)$$

2– واصفات الحالة في نظام (SEAM):

إن الحالة (STATE) في نظام (SEAM) لها الواصفات التالية:

a– نوع الحالة (State-types) : يمثل نوع الحالة علاقة رياضية بين عدة أنماط من الكينونات أو هي مجموعة من الخصائص الموجودة في الكائن والمرتبطة فيما بينها، إذ إنّ الطابع الزمني لكل حالة مقترحة يمكن أن تفشل خلال مدة زمنية محددة و تعرف رياضيا بالشكل التالي:

$$Si = \{[e1, e2, ...en] e1 \in E1, e2 \in E2 ... en \in En \wedge \forall j = 1...n, sts(sj) - ets(ej) <= +/- smi(sj)\}$$

إذ إنّ (E1..En) ترتبط بنوع حالة(state type) وكل حزمة منها تعتبر حالة لحظية (state instance).

b- خصائص الحالة (state attributes) :

تتمذج من نوع الحالة(state type) وتحول إلى قيمة أو جداء ديكارتي لعدة حالات ويمكن توصيف خاصية الحالة (Sat) رياضيا كما يلي :

$Sat: Si \rightarrow Vi \text{ or } Vi1 \times Vi2 \times ..... \times Vin$

c- الطابع الزمني للحالة (state time stamp) :

وظيفتها تحديد الموقع الزمني للحالة اللحظية(state instance) وهي مرتبطة ببدء نشاط النظام و توصف بحسب نوع الحالة (state type) بقيمة عددية حقيقية موجبة بالشكل الرياضي التالي :

$$Sts : Si \rightarrow Vti \text{ where } Vti = \{x \mid x \in R^{+}\}$$

d- الفترة العظمى لنوع الحالة (Max_interval):

تمثل طول الفترة الزمنية المؤقتة خلال كل الفترة الزمنية لعمل الكينونة (Entity time stamp)، و تشكل علائقيا من نوع الحالة (state type) بحسب قيمة Vti :

$$smi : Si \rightarrow Vti \text{ where } Vti = \{x \mid x \in R^{+}\}$$

3- واصفات الفعالية في نظام SEAM:

تمثل الفعالية (activity) في نظام (SEAM) الانتقال من حالة إلى أخرى و لها الواصفات التالية [3]:

a- نوع الفعالية (activity-type) :

يعني نوع الفعالية الانتقال من نوع حالة (state type) إلى نفسه بشكل عودي ، ويمكن تمثيلها بعلاقة ثنائية مرتبة في نوع الحالة (state type) كما يلي :

$$Ai = \{sj, sk, \in Si \mid sj \text{ is transformed to sk predefined logic of Ai :}[sj,sk]\}$$

مع العلم أن كل عنصر ($am \in Ai$) يشكل خماسية في الترتيب العلائقي الثنائي ، ولذلك يمكن القول أن (Ai) تعمل بحسب قيمة Si [3] .

b- واصف الفعالية (A_TYPE) :

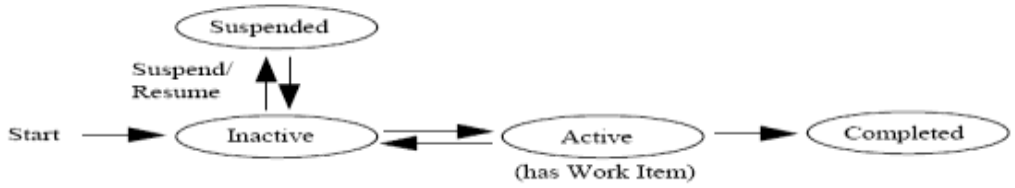
يحدد واصف الفعالية فيما إذا كانت (Activity type) ديناميكية أو ستاتيكية بشكل كامل، إذ إنّ نوع الفعالية الستاتيكية (static activity type) يستخدم أنواع فعالية فرعية ستاتيكية أو ديناميكية، و توصف في كلا الحالتين اعتمادا على نوع الكينونة (activity type) كما يلي :

$$Vat = \{\text{automatable , non automatable, mixed }\}$$

في حال كون نوع الفعالية ديناميكياً (at(am)=automatable) فإن (at) لديه العلاقة الوظيفية التالية :

$$at : Ai \rightarrow Vat$$

ويوضح الشكل (6) عملية توصيف الفعالية في نظام (Work Flow) عند تفعيل إجرائية معينة في النظام :



الشكل (6) توصيف الفعالية وفق مبدأ (SEAM)

مبدأ التقسيم والأفضلية في نظام SEAM

(Decomposition and Precedence in SEAM)

يساعدنا مبدأ التقسيم لجعل عملية توصيف الحالات والفعاليات أكثر تماسكا وثباتا لتعبر أكثر عن تدفق سير العمليات والانتقالات في النظام :

1- تقسيم الحالات :

يقسم نوع الحالة (State-type) حالتين أو أكثر وهذه العملية تساعدنا في جعل عملية التوصيف أكثر دقة، إذ يعرف نوع الحالة (State type) كعلاقة رياضية وفق مبدأ التقسيم بالشكل التالي :

$$sdc \subseteq S1 \times S2$$

إذ تكون الحالة الثانية جزءاً أساسياً من الحالة الأولى إذا وفقط إذا كانت :

$$S1\ sdc\ S2 \vee S1=S2$$

2- تقسيم الفعاليات :

إن نوع الفعالية (Activity type) يمكن أن يجزّأ بحسب مبدأ التقسيم إلى فعاليتين أو أكثر، إذ تعتبر الفعالية الأولى جزءاً أساسياً من الفعالية الثانية كما يلي :

$$adc\ A1\ X\ A2$$

و يمثل A1 جزءاً من A2 إذا وفقط إذا كان يوجد S1 و S2 :

$$S1 \wedge A2\ sdc\ S2.$$

بالنتيجة نقول إن A2 تنشط فعليا A1 إذا وفقط إذا تحققت العلاقة :

$$A1\ adc\ A2 \vee A1 = A2$$

وبما أن نظام SEAM يدعم جيدا تجريد نوع الكينونات وفق مبدأي التعميم والتجميع، لذلك وبحسب مبدأ التعميم ومن خلال تعريف نوع الكينونة (entity types) فان E1 لقيمة موروثة تعرف بالعلاقة التالية :

$$E1 sub_class_of E2 iff P1 = P2 \wedge Attr2 \subseteq Attr1$$

أما بحسب مبدأ التجميع فإن اثنين أو أكثر من أنوع الكينونة (entity -types) ونمط حالة واحد(state type) يشكلان معا مستوى أعلى من نوع كينونة (entity-type) و يتم تعريف التجميع بالشكل التالي :

$$Eaggr => Paggr = (P1 \cup P2 \cup .. \cup ..Pn) \wedge Attraggr \subseteq Attrs1 \wedge etsI(Eaggr) = sts(S1)$$

وبناء عليه فإن العلاقة بين نوعي فعالية بحسب مبدأ الأفضلية تكتب بالشكل التالي :

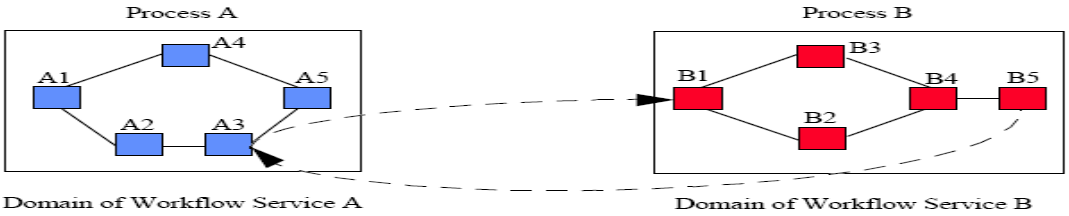
$$Precedes \subseteq A \times A$$

$$Ai\ precedes\ Aj\ iff\ \forall wk, ai \in Ai \wedge aj \in Aj \wedge ai\ participates\ in\ wk \wedge ai\ acts_on$$
$$sm \Rightarrow sts(ai(s1)) < sts(sm),$$

3- توصيف نموذج رياضي لمخطط SEAM

Axioms and the construction of SEAM Schema

تساعدنا التعريفات السابقة للمكونات الأساسية في نظام SEAM بكتابة فرضيات تتعلق بالمكونات الأساسية لتدفق العمل ويبين الشكل (7) آلية عمل فرضية النظام الموزع لنظام (SEAM) لعمليتين تتبعان لمجالي تدفق عمل مختلفين :



الشكل (7) النظام الموزع في نظام (Work Flow) وفق فرضيات (SEAM)

ويمكن تقسيم فرضيات النظام الموزع في (SEAM) إلى الفرضيات التالية :

1- فرضية تعميم الكينونة (Entity Generalization Axioms):

تعرف فرضية تعميم الكينونة بالعلاقة التالية :

$\forall Ei, Ej, Sk, Ej$ sub_class_of $Ei \wedge Ei$ belongs_to $Sk \Rightarrow Ej$ belongs_to Sk

2- فرضية تجزيء الحالات (State Decomposition Axioms) :

تعرف فرضية تجزيء الحالات بالعلاقة التالية :

a- $\forall Si, Sj, Ai, Si$ superstate $Sj \wedge Ai$ acts_on $Si \Rightarrow Ai$ acts_on Sj

b- S1 sdc S2 $\Rightarrow$ ($\forall Ei, Ei$ belongs_to S1 $\Rightarrow$ (Ei belongs_to S2))

3- فرضية تجزيء أنواع الأحداث (Activity_Type decomposition Axiom):

تعرف فرضية تجزيء أنواع الأحداث بالعلاقة التالية :

$\forall Ai, Aj, Ak, Am, Ai$ super activity $Aj \wedge Ak$ superactivity $Am \wedge Ai$ precedes $Ak \Rightarrow Aj$ precedes Am.

يتألف مخطط SEAM عدة مستويات .وكل مستوى يمكن تقسيمه إلى مخطط ستاتيكي وآخر ديناميكي والمخطط الستاتيكي يصف (State types ,entity types ,activity types) مع كل واصفاتها ، أما المخطط الديناميكي فيصف التعاقبية في (activity types) [5].

ويمكن تعريف أي مخطط ستاتيكي في نظام SEAM كخماسية مبينة بالعلاقة التالية

Sti=[O, Acts on, belongs _ to, sub _class _of ,aggregate _ of]

إذ إنّ:

1- $O \subseteq E \cup A \cup S$

2- acts_on $\subseteq A \times E$; ;

3 belongs_to $\subseteq E \times S$; ;

4 subclass_of $\subseteq E \times E$; ;

5 aggregate_of $\subseteq E \times E$.

ويعرف المخطط الديناميكي في نظام SEAM كثنائية بالشكل التالي :

Dyi=[A,precedes]

ويمكن جعل نمط الحالة (Stj) اقل من نمط الحالة (Sti) فقط إذا تحقق الشرطان التاليان:

- $\forall$ Aj in Stj, $\exists$ E Ai in Sti,such that Ai super activity Aj
- $\forall$ Sj in Stj, $\exists$ Si in Sti such that Si super state Sj.

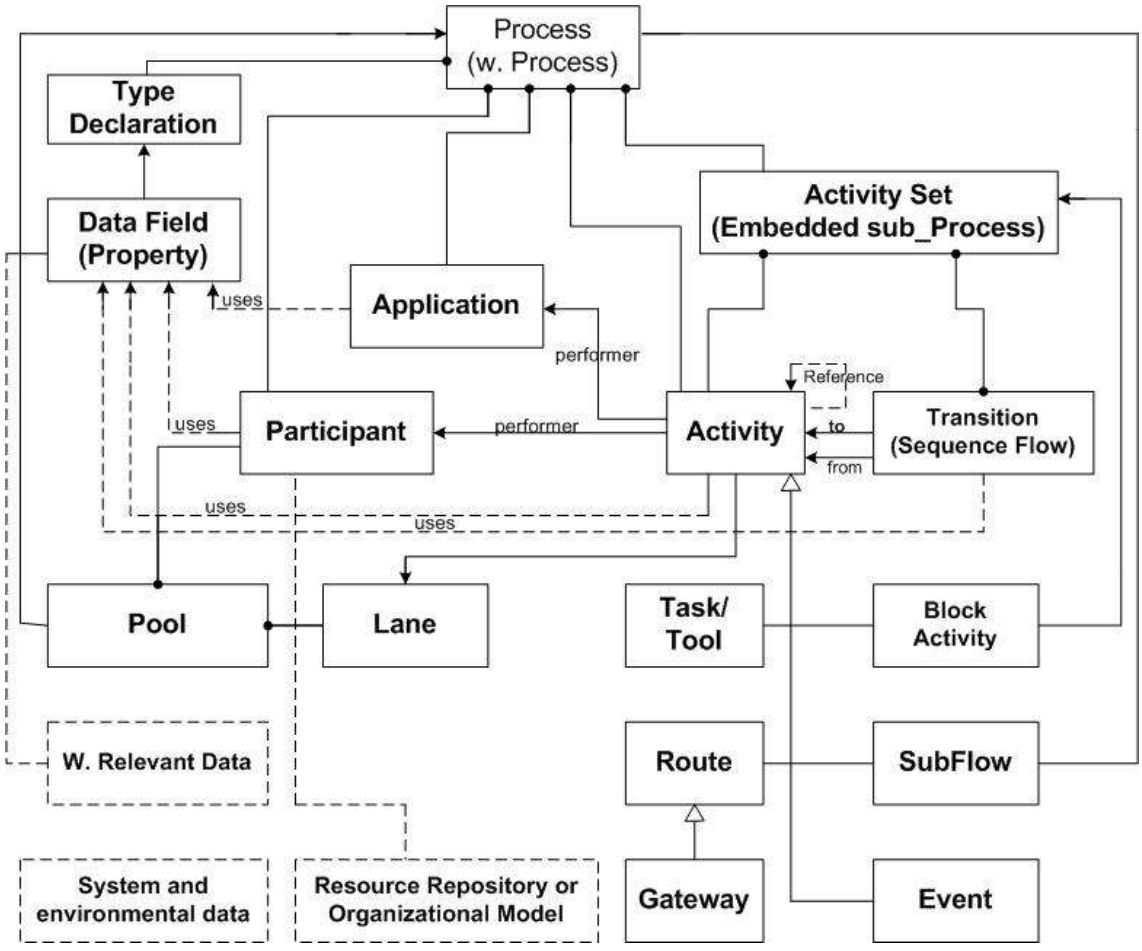
ويكون المخطط الديناميكي (Dyj) أفضل من (Dyi) إذا وفقط إذا تحققت الفرضية التالية:

- ∀ Aj in Dyj, ∃ Ai in Dyi ,such that Ai super activity

إذا وكنتيجة عملية بحسب نموذج SEAM فإنه في مخططات تدفق العمل يجب تحقيق المخطط الديناميكي (Dyj) لتحسين أداء الفعاليات الأساسية التي تحقق العلاقة الرياضية السابقة .

المخطط التمثيلي لنظام SEAM :

يصف المخطط التمثيلي لنظام (SEAM) تدفق العمل وسير حركة الأجرئيات بشكل مفاهيمي ليستخدم لمعالجة توصيفات المستخدمين وتتبع سير أعمالهم، لذلك قمنا بربط المكونات الأساسية لأنظمة تدفق العمل بعلاقة رياضية تمثل كلا من عناصر مفهوم نظام SEAM ، إذ يوضح الشكل (8) آلية التخاطب بين المكونات الأساسية للمخطط التمثيلي لنظام SEAM بحسب العلاقات والتوصيفات الرياضية التي مرت معنا .



الشكل (8) المخطط التمثيلي لمخطط SEAM

وتمثل الصيغة القواعدية لنظام SEAM المستنتجة من المخطط التمثيلي بالمعادلة التالية :

G=[S,T,V,P]

إذ إنّ :

S : start symbol ⇔ model

T: set of terminals ⇔ {entity_attribute,entity_time_stamp,e_Type,

sub_class_of,aggregate_of,state_attribute,state_time_stamp,
max_interval,a_type, belongs_to,acts_on,precedes,lower_than}

V= Set of non terminals {entity_type,primary_key,activity_type,state_type,
static_type, static_schema,dynamic_schema,subclass,aggregate,model}

P=set of production rules ={model,static_scheme,subclass,aggregate,
dynamic_schema,entity_type, Primary_key,state_type,activity_type}

النتائج والمناقشة:

4- معايير تطبيق فرضية وقواعد نظام SEAM على أنظمة العمل في الزمن الحقيقي
Rules to Map SEAM to Support Abstractions Real Time Systems

لكي نقوم ببناء أي نظام تدفق عمل (Work Flow System) بحسب الفرضيات الرياضية التي قمنا باستنتاجها يجب تطبيق الأسس والمعايير التالية[6] :

1- ربط البيانات (metadata) بكل نمط في نظام تدفق العمل (workflow-type) ولكي يتم ذلك نحن بحاجة لتعريف الجداول التالية :

a –إنشاء جدول معلومات تدفق العمل الاسمي (wf_name_wf_info)، لكل نوع تدفق عمل (work flow type) لتخزين معلومات الحركة المستندية بأكملها وتتبع سير الأعمال في النظام.

b- إنشاء جدول فعاليات تدفق العمل (wf_ name_ activities info) لتسجيل معلومات عن كل الأحداث المحتملة لأنواع الفعاليات (activity types) التي تسهم في نموذج تدفق العمل (workflow_type) .

c – إنشاء جدول الفواصل الزمنية العظمى لحالات تدفق العمل (wf_name_state_max_ints) لتسجيل أحداث الفواصل الزمنية العظمى (max_intervals) لكل أنواع الحالة (State_Types) .

d – إنشاء جدول تدفق العمل المستمر (wf_name_progress) لتنسيق تدفق العمل .

2- نمذجة أنماط المكونات الأساسية لنظام (SEAM) الفرعية والإجمالية لتطابق القواعد الأساسية ضمن قواعد البيانات العلائقية للنظام المستخدم وهذه العملية تقسم إلى نمذجة تتعلق بالكينونات (Mapping entity type) ونمذجة تتعلق بالكينونات الفرعية(Mapping subclass entity types) ونمذجة تتعلق بنمط الحالة (Mapping state type) ونمذجة تتعلق بالفعاليات البدائية (Mapping primitive activity types).

3 – إنشاء وتوليد الفوادح لمراقبة الأعمال الداخلية ضمن النظام :

إن المفاتيح المحلية(Foreign key) غير كافية لوحدها لضمان استقرار ثبات البيانات المؤقتة (Temporary data) لذلك للقيام بعملية تأكد من أن البيانات تطابق القيم المرجعية(referencing value) لحقل معين، فنحن بحاجة للقوادح التالية :

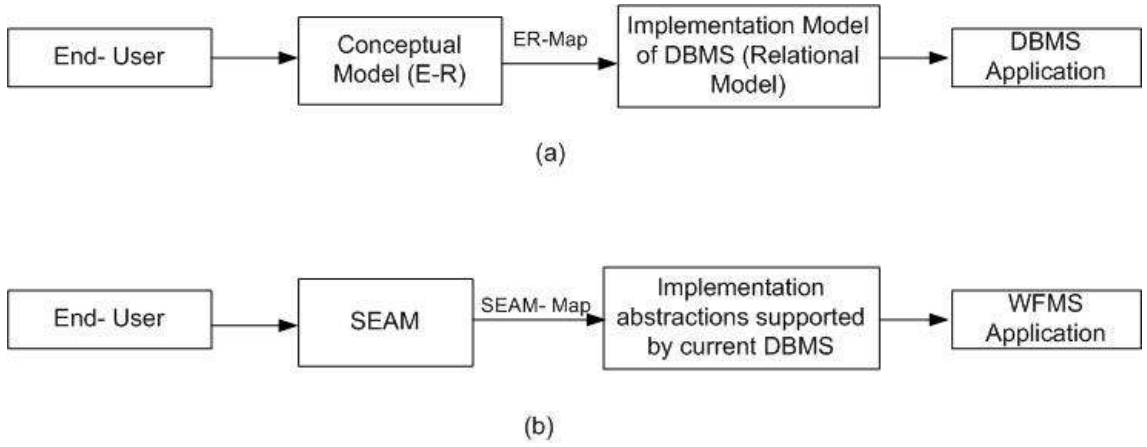
–قادح التحقق من إدراج الحالة (check_insert state) المرتبط بجدول نوع الحالة (state type)، ليتأكد من أن الكينونة اللحظية (instance entity) تطابق القيم المخزنة ضمن الطابع الزمني للحالة (state-time-stamp).

– قادح التحقق من حذف الكينونة (check-delete-entity) مرتبط بجدول نوع الكينونة (entity-type) و تبدأ وظيفته عند حذف أي كينونة لحظية (entity-instance)، إذ يقوم بعملية تحقق على جداول أنواع الحالة(state-types) لحذف أي حالة لحظية (state-instance) مرتبطة بهذه الكينونة اللحظية (instance entity)

– قادح تدفق العمل الابتدائي لإدراج الفعاليات (insert-activities-initiate-workflow) مرتبط بعملية الإدخال على جدول معلومات تدفق العمل (wf_name_wf_info) ،حيث عند إدراج سطر جديد يقوم هذا القادح بإدراج نوع فعالية (activity types) والتي تشكل نوع تدفق العمل (Workflow Type) في جدول تدفق العمل المستمر (wf_name_progress) ويعلمها على أنها غير مكتملة .

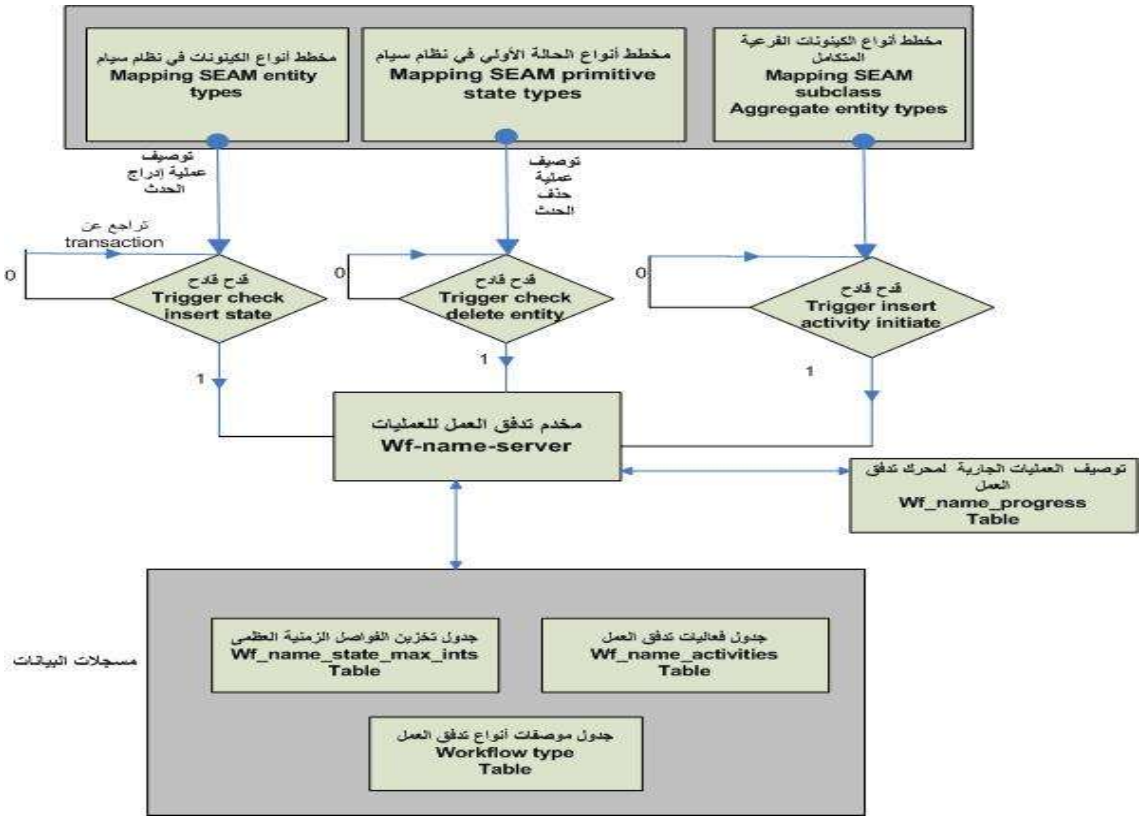
4– إدارة وتوليد كل العمليات اللحظية التي تحدث في النظام بواسطة مخدم تدفق العمل(wf_name_server) المرتبط بنوع تدفق العمل (workflow_type) والذي يقرر ماهية الفعاليات التي يجب تنفيذها لاحقا من خلال فحص جدول تدفق العمل المستمر (wf_name_progress) [8] [7].

ويظهرا لشكل (9) الفرق بين استخدام نظام (SEAM) في أنظمة تدفق العمل واستخدام نموذج (ER) في تخطيط قواعد البيانات العلائقية:



الشكل (9) المنهجية الجديدة المتبعة لبناء تطبيقات تدفق العمل

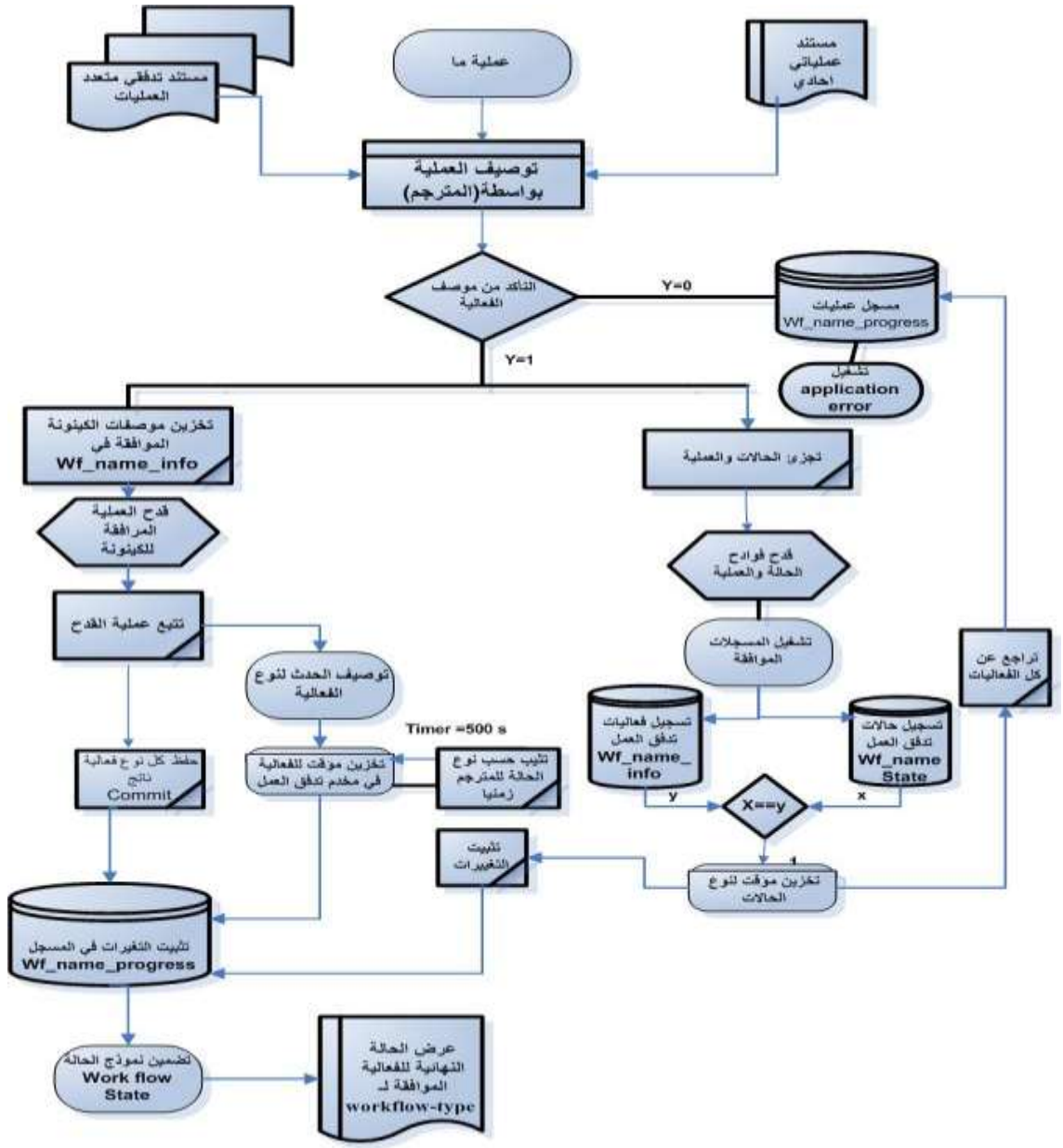
ويبين الشكل (10) البنية الداخلية المقترحة لعمل نظام (SEAM) كنموذج مفاهيمي لتقنية (Work Flow) بحسب المعايير السابقة



الشكل (10) الخوارزمية المقترحة لعمل نظام (SEAM)

تصميم مترجم (Compiler) لتوصف أحداث النظام :

لقد قمنا بتصميم مترجم (compiler) وهذا المترجم مرتبط بشكل مباشر مع مخدم تدفق العمل المستمر (wf_name_progress)، ليصف ويترجم كل الفعاليات والأحداث التي يقوم بها النظام. وتم تصميم المترجم بلغة XPDL . وهذه العملية تفيدنا في تسريع عملية تحليل وترجمة كل أنواع فعاليات وحالات تدفق العمل (workflow_activtiy) وحالات تدفق العمل(workflow_state) بطريقة سريعة. وما يميز المترجم أنه يتعامل مع كل أنواع الفعاليات في نظام تدفق العمل مما يجنب النظام حدوث أخطاء في أثناء عملية تتبع سير الحركة المستندية .وكذلك يقوم المترجم بتصحيح تلقائي للعمليات المراد تنفيذها عن طريق مقارنتها مع الصيغ القياسية المخزنة ضمن المترجم. يبين الشكل (11) الحركة المستندية المقترحة لأنظمة تدفق العمل بعد تطبيق معايير وقواعد نظام (SEAM) وتشغيل المترجم :



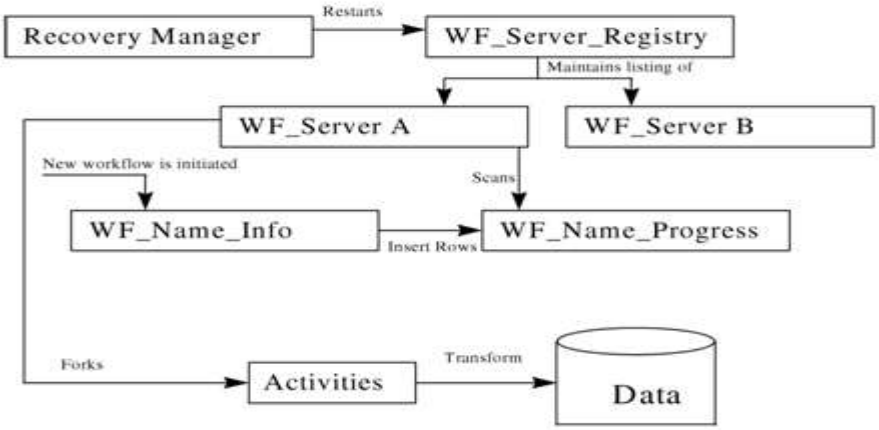
الشكل (11) نموذج للمخطط الداخلي المقترح لنظام تدفق الحركة المستندية في نظام SEAM

5- تحسين وتنفيذ أنظمة تدفق العمل اعتمادا على نموذج SEAM

Work flow execution, recovery and concurrency issues

يعمل مخدم العمليات اللحظية (wf name server) باستمرار من أجل كل عملية تحدث في نوع تدفق العمل (work flow type) ، إذ إنّ تدفق العمل اللحظي (work flow instance) يبدأ عند إدراج سطر جديد في جدول معلومات تدفق العمل (wf name info) مما يؤدي إلى قدح قادح إدراج فعاليات تدفق العمل الابتدائي (insert-activities-initiate-workflow) لإدراج سطر جديد في جدول تدفق العمل المستمر (wf_name_progress) [3] [2]، وبنفس الوقت يقوم مخدم تدفق العمل (wf _name_ server) بمسح هذا

الجدول بشكل دوري ومستمر و ثم يقرر أي نوع فعالية (activity type) سيتم تنفيذه [4] [3] الشكل (12) يوضح بنية نظام إدارة تدفق العمل WFMS التي تبنى بواسطة نظام SEAM :



الشكل (12) بنية نظام WFMS المقترحة حسب SEAM

يكتب نوع الفعالية(activity type) كعملية أو كإجراء واحد وذلك باستخدام عملية ACID وهذه العملية أيضا مسئولة عن تنفيذ عملية إصلاح دورية للنظام لتجنب حدوث أي خطا تفاديا لعملية انهيار النظام في أثناء سير العمل؛ لذلك ولتجنب حدوث مثل هذه الأخطاء سنقوم بالأمور التالية :

1- يتم نسخ كل البيانات غير المستقرة (Transaction data) التي لم تحفظ بعد في ملفات مسودة (redo files) ،وبما أن جداول تدفق العمل المستمر (WF_name_progress) لم يتم تعديلها سيتم تعليمها على أنها غير مكتملة (not_complete)، وعندما يعاد تشغيل النظام يقوم مخدم تدفق العمل(wf_name_server) بإعادة تشغيل لكل نوع تدفق عمل (workflow_type)، كون عملية التراجع لنوع الفعالية (activity type) ستتم بشكل تلقائي من قبل مخدم تدفق العمل.

2- تخزين كل المعلومات حول برامج مخدم تدفق العمل (wf_name_server) في سجل النظام الخاص بمخدم تدفق العمل(wf_sever_registery) من أجل تسهيل عملية الأصلاح .

3- إنشاء وتشغيل برنامج تفحص المخدم (Check-wf sever) لفحص كل الجداول وتشغيل كل المخدمات عند حدوث أي عطل وكذلك مراقبة كل التغييرات التي تحدث ضمن قاعدة البيانات .

4- تفكيك أنواع الفعاليات (activity types) إلى فعاليات صغيرة وهذه العملية تجنبنا تعطل كامل النظام في حال حدوث خطا كون الخطأ قد يقتصر على جزء من الفعاليات، وهذا يزيد من عملية تماسك النظام

6-مقارنة نظام SEAM مع باقي النماذج

Comparing SEAM to other Models

يوجد حاليا عدة نماذج لنمذجة أنظمة تدفق العمل ومن هذه النظم نظام (SEAM) ونظام SREM (Software Requirements Engineering Methodology) ونظام SYSREM (System Requirements Engineering Methodology) ونظام SADT

(System Analysis And Design Technique) وتعتبر هذه النماذج أكثر الأنظمة استخداما كأدوات هندسية لصناعة البرامج و سنقوم بإجراء مقارنة بين هذه النماذج وبين نظام (SEAM).

ويوضح الجدول التالي مقارنة بين (SEAM) ونظامي (SREM / SYSREM) [1] :

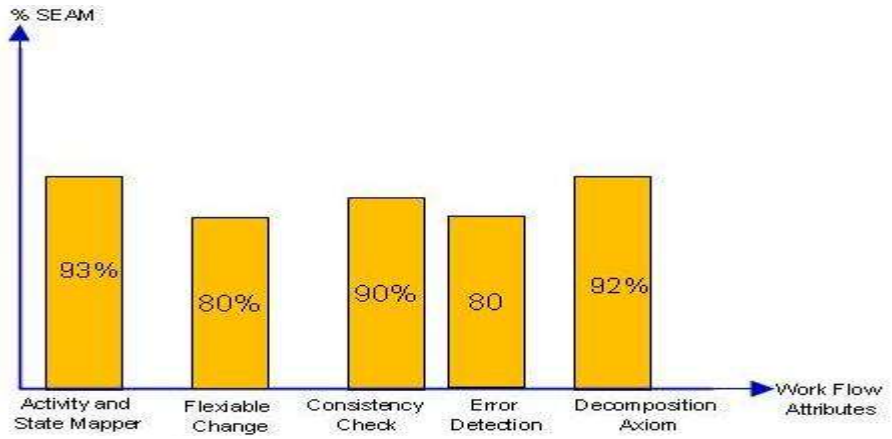
SEAM	SREM/SYSREM
يستخدم المستوى المرتفع لنمذجة المتطلبات المفاهيمية لأنظمة لتدفق العمل	يستخدم SYSREM المستوى المرتفع لنمذجة أي نظام يستخدم، أما نظام SREM فيستخدم، المستوى المنخفض
يعتمد مبدأ الأفضلية في نمذجة الفعاليات ويدعم عملية التفكيك وتتم نمذجة الفعاليات الأساسية باستخدام توصيفات بسيطة	يعتمد مبدأ الأفضلية في نمذجة الفعاليات، ولكن لا يتم دعم عملية التفكيك ،وتعتبر عملية التوصيف عملية معقدة جدا
تتم النمذجة على المستوى المفاهيمي لذلك تكون النماذج هنا أصغر	تتم النمذجة هنا على كامل سلوك النظام، لذلك تكون النماذج كبيرة ومفصلة
تستخدم بشكل أساسي لأنظمة تدفق العمل	يمكن أن تستخدم لأي نظام
نموذج ابسط وأسهل مع 3 كينونات وحوالي 10 علاقات	يعتبر نموذجاً معقداً مع حوالي21 كينونة و23 علاقة
تدعم بشكل صريح خصائص البيانات مع إدخال معيار الزمن ضمن أنواع الحالة (state_types) وأنماط الكينونة(entity_types) لضمان عملية التماسك المؤقت	تحلل توابع الزمن إلى فعاليات ولكنها لا تدعم البيانات المؤقتة
تتم نمذجة البيانات كما في نموذج ER	لا تدعم عملية نمذجة البيانات

الجدول التالي يقوم بعملية مقارنة بين نظام SADT ونظام SEAM :

SEAM	SADT
تنمذج البيانات كنمط كينونة(entity_types) ونوع حالة (state_types) أما الفعاليات فتنمذج كنمط فعالية(activity_types).	تنمذج الفعاليات والبيانات كأسهم دلالية.
يتم تفكيك الفعاليات والبيانات ويتم تفكيك البيانات إلى حالات أصغر بشكل مؤقت.	هنا يتم تفكيك الفعاليات ولكن لا يمكن تفكيك البيانات.
يتم دعم كل خصائص النمذجة المؤقتة بإدخال معيار الزمن لكل من نوع حالة (state_type) ونمط كينونة(entity_type).	عملية النمذجة المؤقتة لا تأخذ معيار الزمن بعين الاعتبار.
يتحكم بالفعاليات و المعطيات.	يتحكم بالتقنيات والفعاليات والمعطيات.
نظام SEAM ينمذج البيانات تماما كما في نموذج ER، ولذلك يتم دعم تخطيط قواعد البيانات العلائقية RDBMS.	بما أن البيانات لا يتم نمذجتها لذلك فإن تخطيط قواعد البيانات العلائقية RDBMS غير مدعوم.

تطبيق نظام (SEAM) عمليا :

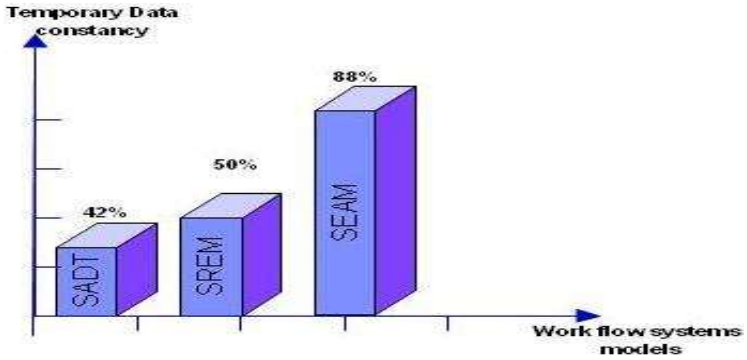
لقد قمنا بتطبيق قواعد وخوارزميات توصيف نظام (SEAM) على منظومة كلية الهمك بعد تصميم ودراسة كل أنواع الفعاليات والكينونات والأحداث الممكنة ضمن نظام عمل الكلية المعتمد، وقد تبين من خلال الدراسة أنه في حال تطبيق نظام (SEAM) فإننا سنحصل على نتائج أفضل بكثير من باقي الأنظمة وخاصة في عملية تتبع سير الحركة المستندية واكتشاف الأخطاء وسهولة تصميم الفعاليات والكينونات . إن نظام SEAM يظهر كجسر ناجح لربط النموذج المفاهيمي وعمليات التخطيط لتطوير تدفق العمل ، إذ إنّ العديد من مبادئ التخطيط مثل الطابع الزمني(time stamp) لا تستخدم عند نمذجة المتطلبات بشكل مفاهيمي واعتمادا على دراستنا العملية فإن نظام SEAM ليس معقدا كثيرا ليستخدم للنمذجة مثله مثل نموذج ERM ونموذج مخطط تدفق البيانات (DFD model) ويوضح الشكل (13) النسبة المئوية التي يحققها نظام (SEAM) تبعا لمميزات أنظمة تدفق العمل في حالة تطبيقه على نظام كلية الهمك :



الشكل (13) مقارنة بين خصائص تدفق العمل نسبة إلى نظام SEAM في حالة تطبيقه على نظام كلية الهمك

ثم قمنا بتطبيق خوارزميات وقواعد نظامي (SERM) و(SADT) على نفس المنظومة الدراسية لكلية الهمك وقد تبين لنا أن النتائج التي حصلنا عليها من خلال النظام (SEAM) كانت أفضل خاصة من ناحية تماسك البيانات المؤقت واكتشاف الأخطاء.

ويبين الشكل (14) مقارنة بين الأنظمة السابقة من حيث عملية تماسك البيانات المؤقت وذلك بعد تطبيقها على نظام كلية الهمك، و يظهر من خلاله أن نظام (SEAM) أفضل الأنواع من حيث الحفاظ على تماسك البيانات المؤقت:



الشكل (14) مقارنة نسبية بين نماذج تدفق العمل من ناحية تماسك البيانات الموقت بعد تطبيقها على نظام كلية الهمك

الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال هذا البحث توصلنا إلى النتائج التالية:

1- إيجاد تعريف دقيق لنموذج تدفق عمل مفاهيمي لبناء نموذج موحد لبيئة تدفق عمل، إذ يتم التحكم بحركة الإجرائيات في النظام من خلال مستوى واحد.

2- تصميم تقنية تتضمن مترجم (Compiler) لتعريف قواعد بناء نظام تدفق عمل بشكل دقيق خال من الأخطاء .

3- مقارنة آلية تحقيق هذا النظام في أنظمة العمل الحقيقية مع باقي أنظمة تدفق العمل .

4- تبين نتيجة الدراسة العملية أن نظام(SEAM) أكثر اكتمالا من باقي الأنظمة، كونه يزودنا من خلال مخطط واحد بعملية توثيق لكل العمليات والبيانات والفعاليات.

لكن نظام SEAM له بعض القيود، أكبر هذه القيود هي أن المصمم يحتاج إلى وقت كبير لتعلم نظام SEAM ؛ كونه يعتمد مبدأ النمذجة وفق المستوى المرتفع لذلك تأخذ عملية التصميم وقتاً كبيراً، ولكن نظام SEAM يسهل على المطور عملية التطوير والإدارة، لأن كل ما يتبع له نظام تدفق العمل موجود في مخطط تدفقي واحد .

المراجع:

[1] BAJA, A. and S. RAMMEMBER IEEE Computer Society*: A State-Entity-Activity-Model for a Well-Defined Workflow Development* ,India 2005 12-12.

[2] MOHAN, C.; ALONSO, G.; GUNSHOT, R. AND KLAMATH, M. Exotica: *Research Perspective on Workflow Management Systems* ,Bull .Technical Committee on Data, USA, 2005 19-26.

[3] GEORGEAKOPOULOS, D.; HORNLIKE, M. AND SHETH, A. an *Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure*, Distributed and Parallel Databases , 2003 119-153.

[4] RUSINKIEWICZ, M., KRISHNAN, P. AND CAHOKIA, *A. Toward a Model for Multidatabase, Transactions, Intelligent and Cooperative Information Systems*, USA 2002 579-617.

[5] DAVIS, J., DUB, W. AND CUSHMAN, M. Open-PM: *An Enterprise Process Management System,* Bull. Technical Committee on Data Eng., London 2004 27-32.

[6] WINO, T. and FLORES, R., Open-PM*: An Enterprise, Understanding Computers and Cognition Addison Wesley,* London 2000, 100-145.

[7] KEPPEL, G., LANG, P., RAUSCH, S. Wfmc Work flow*: Work flow Management Based on Objects, Rules and Roles,* Bull .Of the Technical Committee on Data USA 2002 11-18.

[8] JOSTENS, S. S Wfmc Work flow *:Trigger Modeling for Workflow Analysis,* Proc. CON*:* Workflow Management, USA 2000, 144-350.