

รายการอ้างอิง



1. J. Bowen. Formal Specification and Documentation Using Z. International Thomson Computer Press., 1996.
2. J. M. Spivey. The Z Notation: A Reference Manual. Prentice Hall., 1992.
3. J. Woodcock, and J. Davies. Using Z Specification, Refinement, and Proof. Prentice Hall., 1996.
4. I. Hayes. Specification Case Studies. Prentice Hall., 1993.
5. J. Jacky. The Way of Z Practical Programming with Formal Methods. Cambridge University Press., 1997.
6. R. Barden, S. Stepney, and D. Cooper. Z in Practice. Prentice Hall., 1994.
7. G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson. The Unified Modeling Language User Guide. Addison-Wesley., 1998.
8. J. Schumler. Teach Yourself UML in 24 Hours. Sams Publishing., 1999.
9. T. Budd. An Introduction to Object-Oriented Programming. 3rd edition. Addison-Wesley., 2002.
10. A. S. Evans. Reasoning with UML Class Diagram. Workshop on Industrial Strength Formal Techniques (WIFT'98). IEEE Press, 1998.
11. R. B. France. A Problem-Oriented Analysis of Basic UML Static Requirements Modeling Concepts. Proceedings of OOPSLA'97. 1997.
12. M. Shroff, and R. B. France. Towards a Formalization of UML Class Structure in Z. Proceedings of COMPSAC'97. 1997.
13. S. K. Kim, and D. Carrington. Visualization of Formal Specifications. Proceedings of APSEC. 1998.
14. V. Sriratanalai. A Tool For Translating Entity Relationship Model to Formal Specification in Z. Master's Thesis, Department of Computer Engineering, Chulalongkorn University, 1999.

15. J. L. Johnson. Database Models, Language, Design. Oxford University Press., 1997.
16. A. Bahrami. Object Oriented System Development Using the UML. McGraw-Hill Company Inc., 1999.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

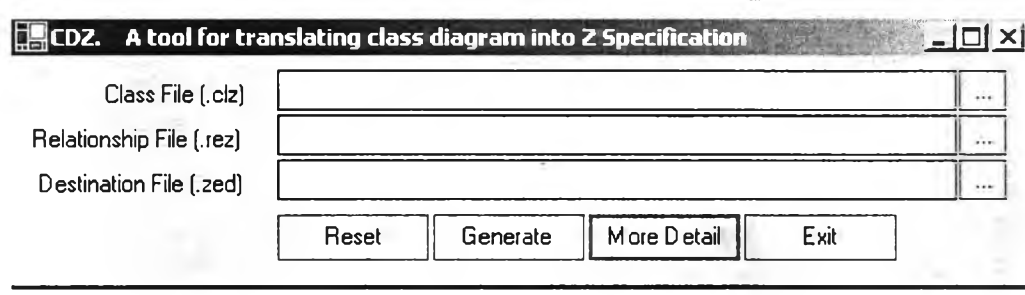
คู่มือการใช้งาน



โปรแกรม CDZ เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนข้อกำหนดเซตจากแผนภาพคลาส โดยแผนภาพคลาสจะถูกสร้างให้อยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อความ ซึ่งมีวิธีการใช้โปรแกรมดังนี้

การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

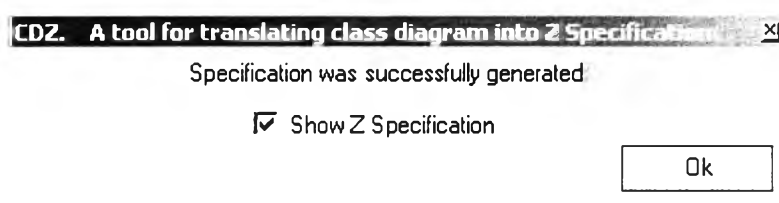
เมื่อเรียกโปรแกรม cdz.exe เพื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ก-1



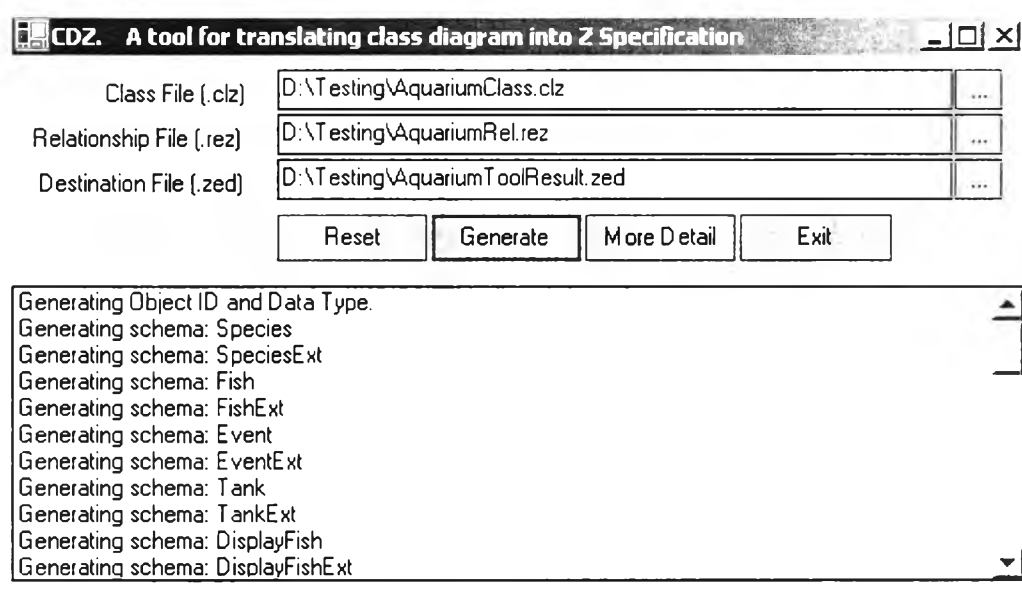
รูปที่ ก-1 หน้าจอเครื่องมือ

การสร้างข้อกำหนดเซต

- 1) ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลนำเข้าสำหรับแฟ้มข้อความของโครงสร้างคลาส (.clz)
- 2) ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลนำเข้าสำหรับแฟ้มข้อความของความสัมพันธ์ (.rez)
- 3) ใส่ชื่อแฟ้มที่จะใช้สำหรับบันทึกผลลัพธ์ (.zed)
- 4) กดปุ่มสร้าง (Generate) เพื่อสร้างข้อกำหนดเซต ซึ่งถ้าหากข้อมูลนำเข้ามีความสมบูรณ์ ก็สามารถสร้างข้อกำหนดเซตได้อย่างสมบูรณ์ และจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ ก-2 ซึ่งจากรูป ก-2 นี้สามารถเลือกให้โปรแกรมแสดงข้อกำหนดที่ได้ และถ้าต้องการรายละเอียดในการสร้างข้อกำหนดก็ให้กดปุ่ม More Detail ซึ่งโปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูป ก-3

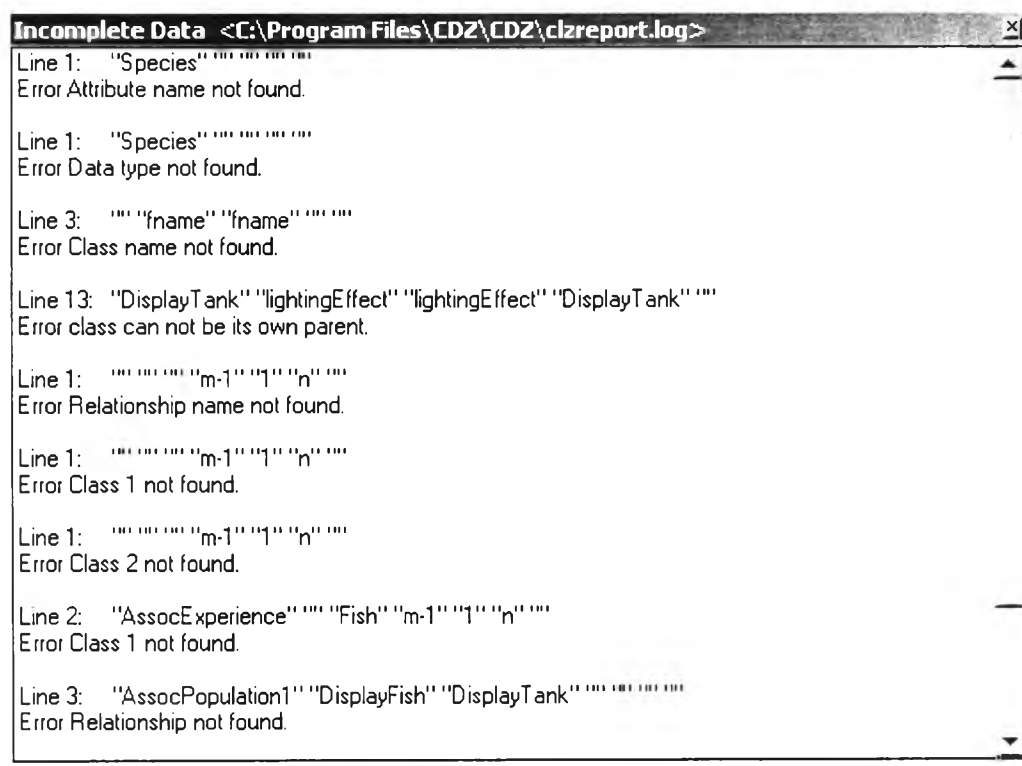


รูปที่ ก-2 หน้าจอเครื่องมือเมื่อสร้างข้อกำหนดเซตได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ ก-3 หน้าจอรายละเอียดในการสร้างข้อกำหนดเขต

5) ถ้าหากข้อมูลนำเข้ามีบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ก็จะไม่สามารถสร้างข้อกำหนดเขตได้ และจะแสดงหน้าจอแสดงข้อผิดพลาดของข้อมูลนำเข้าดังรูปที่ ก-4 ซึ่งแท็บที่เก็บข้อผิดพลาดของข้อมูลนำเข้านี้สามารถดูได้ใน clzreport.log ซึ่งเก็บอยู่ในไดเรกทอรีเดียวกับโปรแกรม cdz.exe



รูปที่ ก-4 หน้าจอแสดงข้อผิดพลาดของข้อมูลนำเข้า

- 6) กดปุ่ม Reset เมื่อต้องการเริ่มต้นการสร้างข้อกำหนดเขตใหม่
- 7) กดปุ่ม Exit เมื่อต้องการจบการทำงาน

ภาคผนวก ข



ข้อกำหนดเขตของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา

(IS for a school)

เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา ดังรูปที่ ข-1

ชื่อคลาส	ชื่อลักษณะประจำ	แบบชนิดข้อมูลลักษณะประจำ	ชื่อคลาสแม่	เงื่อนไข
"School"	"name"	"name"	""	""
"School"	"address"	"address"	""	""
"School"	"phone"	"phone"	""	""
"Department"	"name"	"name"	""	""
"Student"	"name"	"name"	""	""
"Student"	"studentId"	"studentId"	""	""
"Course"	"name"	"name"	""	""
"Course"	"courseId"	"courseId"	""	""
"Instructor"	"name"	"name"	""	""
"Graduate"	""	""	"Student"	""
"Undergraduate"	""	""	"Student"	""

รูปที่ ข-1 เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา

เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา ดังรูปที่ ข-2

ชื่อความสัมพันธ์	คลาส1	คลาส2	ความสัมพันธ์	มัลติพลิซิติ1	มัลติพลิซิติ2	เงื่อนไข
"CompHas"	"Department"	"School"	"m-1"	"1"	"1..n"	""
"AggMember"	"School"	"Student"	"m-m"	"n"	"1..n"	""
"AggAssignTo"	"Department"	"Instructor"	"m-m"	"1..n"	"1..n"	""
"AssocChairs"	"Department"	"Instructor"	"1-1"	"0..1"	"0..1"	""
"AssocAttends"	"Student"	"Course"	"m-m"	"n"	"n"	""
"AssocOffer"	"Department"	"Course"	"m-m"	"1..n"	"1..n"	""
"AssocTeaches"	"Course"	"Instructor"	"m-m"	"1..n"	"n"	""

รูปที่ ข-2 เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา

ข้อกำหนดเขตของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา ดังรูปที่ ข-3

<pre> \begin{zed} [SCHOOL, NAME, ADDRESS, PHONE, \ DEPARTMENT, \ STUDENT, STUDENTID, \ COURSE, COURSEID, \ INSTRUCTOR] \end{zed} \begin{schema}{School} name : NAME \ address : ADDRESS \ phone : PHONE \end{schema} \begin{schema}{SchoolExt} school : \finset SCHOOL \ schoolAttrs : SCHOOL \pfun School \where \dom schoolAttrs \subseq school \end{schema} \begin{schema}{Department} name : NAME \end{schema} \begin{schema}{DepartmentExt} department : \finset DEPARTMENT \ departmentAttrs : DEPARTMENT \pfun Department \where \dom departmentAttrs \subseq department \end{schema} \begin{schema}{Student} name : NAME \ studentId : STUDENTID \end{schema} \begin{schema}{StudentExt} student : \finset STUDENT \ studentAttrs : STUDENT \pfun Student \where \dom studentAttrs \subseq student \end{schema} \begin{schema}{Course} name : NAME \ courseId : COURSEID \end{schema} \begin{schema}{CourseExt} course : \finset COURSE \ courseAttrs : COURSE \pfun Course \where \dom courseAttrs \subseq course \end{schema} </pre>	<pre> \begin{schema}{Instructor} name : NAME \end{schema} \begin{schema}{InstructorExt} instructor : \finset INSTRUCTOR \ instructorAttrs : INSTRUCTOR \pfun Instructor \where \dom instructorAttrs \subseq instructor \end{schema} \begin{schema}{Graduate} studentAttrs : Student \end{schema} \begin{schema}{GraduateExt} StudentExt \ graduate : \finset STUDENT \ graduateAttrs : STUDENT \pfun Graduate \where \dom graduateAttrs \subseq graduate \ graduate \in \{student\} \ \forall a : \dom graduateAttrs a \in \dom studentAttrs @ (graduateAttrs a).studentAttrs = (studentAttrs a) \end{schema} \begin{schema}{Undergraduate} studentAttrs : Student \end{schema} \begin{schema}{UndergraduateExt} StudentExt \ undergraduate : \finset STUDENT \ undergraduateAttrs : STUDENT \pfun Undergraduate \where \dom undergraduateAttrs \subseq undergraduate \ undergraduate \in \{student\} \ \forall a : \dom undergraduateAttrs a \in \dom studentAttrs @ (undergraduateAttrs a).studentAttrs = (studentAttrs a) \end{schema} \begin{schema}{CompHas} DepartmentExt \ SchoolExt \ compHas : \finset (DEPARTMENT \cross SCHOOL) \where \dom compHas \subseq department \ \ran compHas \subseq school \ </pre>
--	--

รูปที่ ข-3 ข้อกำหนดเขตของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา

```

\forall r1, r2 : \ran compHas @
compHas \inv (r1) = compHas \inv (r2)
\implies r1 = r2 \\\
\forall x : department @ \# (compHas \limg
\{x\} \rimg) = 1 \\\
\forall y : school @ \# (compHas \inv \limg
\{y\} \rimg) \geq 1
\end{schema}

\begin{schema}{AggMember}
SchoolExt \\\
StudentExt \\\
aggMember : \finset (SCHOOL \cross
STUDENT)
\where
\dom aggMember \subteq school \\\
\ran aggMember \subteq student \\\
\forall x : school @ \# (aggMember \limg
\{x\} \rimg) \geq 0 \\\
\forall y : student @ \# (aggMember \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 1
\end{schema}

\begin{schema}{AggAssignTo}
DepartmentExt \\\
InstructorExt \\\
aggAssignTo : \finset (DEPARTMENT
\cross INSTRUCTOR)
\where
\dom aggAssignTo \subteq department \\\
\ran aggAssignTo \subteq instructor \\\
\forall x : department @ \# (aggAssignTo
\limg \{x\} \rimg) \geq 1 \\\
\forall y : instructor @ \# (aggAssignTo \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 1
\end{schema}

\begin{schema}{AssocChairs}
DepartmentExt \\\
InstructorExt \\\
assocChairs : \finset (DEPARTMENT
\cross INSTRUCTOR)
\where
\dom assocChairs \subteq department \\\
\ran assocChairs \subteq instructor \\\
\forall d1, d2 : \dom assocChairs; r1, r2 :
\ran assocChairs @
\implies d1 = d2 \land
assocChairs \inv (r1) = assocChairs \inv
(r2) \implies r1 = r2 \\\
\forall x : department @ \# (assocChairs
\limg \{x\} \rimg) \geq 0 \land \\\
\# (assocChairs \limg \{x\} \rimg) \leq 1 \\\
\forall y : instructor @ \# (assocChairs \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 0 \land \\\
\# (assocChairs \inv \limg \{y\} \rimg) \leq
1
\end{schema}

\begin{schema}{AssocAttends}
StudentExt \\\
CourseExt \\\
assocAttends : \finset (STUDENT \cross
COURSE)
\where
\dom assocAttends \subteq student \\\
\ran assocAttends \subteq course \\\
\forall x : student @ \# (assocAttends \limg
\{x\} \rimg) \geq 0 \\\
\forall y : course @ \# (assocAttends \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AssocOffer}
DepartmentExt \\\
CourseExt \\\
assocOffer : \finset (DEPARTMENT \cross
COURSE)
\where
\dom assocOffer \subteq department \\\
\ran assocOffer \subteq course \\\
\forall x : department @ \# (assocOffer
\limg \{x\} \rimg) \geq 1 \\\
\forall y : course @ \# (assocOffer \inv \limg
\{y\} \rimg) \geq 1
\end{schema}

\begin{schema}{AssocTeaches}
CourseExt \\\
InstructorExt \\\
assocTeaches : \finset (COURSE \cross
INSTRUCTOR)
\where
\dom assocTeaches \subteq course \\\
\ran assocTeaches \subteq instructor \\\
\forall x : course @ \# (assocTeaches \limg
\{x\} \rimg) \geq 1 \\\
\forall y : instructor @ \# (assocTeaches \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AddSchool}
\Delta SchoolExt \\\
school? : SCHOOL \\\
s? : School
\where
school? \notin \dom schoolAttrs \\\
school' = school \cup \{school?\} \\\
schoolAttrs' = schoolAttrs \cup \{school?\}
\mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddDepartment}
\Delta DepartmentExt \\\
department? : DEPARTMENT \\\
d? : Department
\where
department? \notin \dom departmentAttrs \\\

```



```

        department' = department \cup
\{department?\} \}
        departmentAttrs' = departmentAttrs \cup
\{department? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddStudent}
\Delta StudentExt \}
student? : STUDENT \}
s? : Student

\where
student? \notin \dom studentAttrs \}
student' = student \cup \{student?\} \}
studentAttrs' = studentAttrs \cup \{student?
\mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddCourse}
\Delta CourseExt \}
course? : COURSE \}
c? : Course

\where
course? \notin \dom courseAttrs \}
course' = course \cup \{course?\} \}
courseAttrs' = courseAttrs \cup \{course?
\mapsto c?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddInstructor}
\Delta InstructorExt \}
instructor? : INSTRUCTOR \}
i? : Instructor

\where
instructor? \notin \dom instructorAttrs \}
instructor' = instructor \cup \{instructor?\} \}
instructorAttrs' = instructorAttrs \cup
\{instructor? \mapsto i?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddGraduate}
\Delta GraduateExt \}
graduate? : STUDENT \}
g? : Graduate

\where
graduate? \notin \dom graduateAttrs \}
graduate' = graduate \cup \{graduate?\} \}
graduateAttrs' = graduateAttrs \cup
\{graduate? \mapsto g?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddUndergraduate}
\Delta UndergraduateExt \}
undergraduate? : STUDENT \}
u? : Undergraduate

\where
undergraduate? \notin \dom
undergraduateAttrs \}
undergraduate' = undergraduate \cup
\{undergraduate?\} \}
undergraduateAttrs' = undergraduateAttrs
\cup \{undergraduate? \mapsto u?\}
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveDepartment}
\Delta DepartmentExt \}
department? : DEPARTMENT

\where
department? \in \dom departmentAttrs \}
department' = department \setminus
\{department?\} \}
departmentAttrs' = \{department?\} \} \}
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveSchool}
\Delta CompHas \}
RemoveDepartment \}
school? : SCHOOL

\where
school? \in \dom schoolAttrs \}
school' = school \setminus \{school?\} \}
schoolAttrs' = \{school?\} \} \}
schoolAttrs \}
\{department?\} = \{s : department |
compHas(s) = school? @ s\}
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveStudent}
\Delta StudentExt \}
student? : STUDENT

\where
student? \in \dom studentAttrs \}
student' = student \setminus \{student?\} \}
studentAttrs' = \{student?\} \} \}
studentAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveCourse}
\Delta CourseExt \}
course? : COURSE

\where
course? \in \dom courseAttrs \}
course' = course \setminus \{course?\} \}
courseAttrs' = \{course?\} \} \}
courseAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveInstructor}
\Delta InstructorExt \}
instructor? : INSTRUCTOR

\where
instructor? \in \dom instructorAttrs \}
instructor' = instructor \setminus
\{instructor?\} \} \}
instructorAttrs' = \{instructor?\} \} \}
instructorAttrs
\end{schema}

```

รูปที่ ข-3 ข้อกำหนดเซตของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา (ต่อ)

```

\begin{schema}{RemoveGraduate}
  \Delta GraduateExt \
  graduate? : STUDENT
\where
  graduate? \in \dom graduateAttrs \
  graduate' = graduate \setminus
\{graduate?\} \
  graduateAttrs' = \{graduate?\} \ndres
graduateAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveUndergraduate}
  \Delta UndergraduateExt \
  undergraduate? : STUDENT
\where
  undergraduate? \in \dom
undergraduateAttrs \
  undergraduate' = undergraduate \setminus
\{undergraduate?\} \
  undergraduateAttrs' = \{undergraduate?\}
\ndres undergraduateAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeSchool}
  \Delta SchoolExt \
  school? : SCHOOL \
  s? : School
\where
  school? \in \dom schoolAttrs \
  school' = school \
  schoolAttrs' = schoolAttrs \oplus \{school?
\mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeDepartment}
  \Delta DepartmentExt \
  department? : DEPARTMENT \
  d? : Department
\where
  department? \in \dom departmentAttrs \
  department' = department \
  departmentAttrs' = departmentAttrs \oplus
\{department? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeStudent}
  \Delta StudentExt \
  student? : STUDENT \
  s? : Student
\where
  student? \in \dom studentAttrs \
  student' = student \
  studentAttrs' = studentAttrs \oplus
\{student? \mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeCourse}
  \Delta CourseExt \
  course? : COURSE \
  c? : Course
\where
  course? \in \dom courseAttrs \
  course' = course \
  courseAttrs' = courseAttrs \oplus \{course?
\mapsto c?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeInstructor}
  \Delta InstructorExt \
  instructor? : INSTRUCTOR \
  i? : Instructor
\where
  instructor? \in \dom instructorAttrs \
  instructor' = instructor \
  instructorAttrs' = instructorAttrs \oplus
\{instructor? \mapsto i?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeGraduate}
  \Delta GraduateExt \
  graduate? : STUDENT \
  g? : Graduate
\where
  graduate? \in \dom graduateAttrs \
  graduate' = graduate \
  graduateAttrs' = graduateAttrs \oplus
\{graduate? \mapsto g?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeUndergraduate}
  \Delta UndergraduateExt \
  undergraduate? : STUDENT \
  u? : Undergraduate
\where
  undergraduate? \in \dom undergraduateAttrs
\
  undergraduate' = undergraduate \
  undergraduateAttrs' = undergraduateAttrs
\oplus \{undergraduate? \mapsto u?\}
\end{schema}

```

รูปที่ ข-3 ข้อกำหนดเขตของระบบสารสนเทศของสถานศึกษา (ต่อ)

ภาคผนวก ค

ข้อกำหนดเขตของระบบฐานข้อมูลถังเลี้ยงปลา
(Aquarium Database)

เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบฐานข้อมูลถังเลี้ยงปลา ดังรูปที่ ค-1

ชื่อคลาส	ชื่อลักษณะประจำ	แบบชนิดข้อมูลลักษณะประจำ	ชื่อคลาสแม่	เงื่อนไข
"Species"	"sname"	"sname"	""	""
"Species"	"sfood"	"sfood"	""	""
"Fish"	"fname"	"fname"	""	""
"Fish"	"fcolor"	"fcolor"	""	""
"Fish"	"fweight"	"fweight"	""	""
"Event"	"edate"	"edate"	""	""
"Event"	"enote"	"enote"	""	""
"Tank"	"tname"	"tname"	""	""
"Tank"	"tcolor"	"tcolor"	""	""
"Tank"	"tvolumn"	"tvolumn"	""	""
"DisplayFish"	""	""	"Fish"	""
"ExperimentalFish"	""	""	"Fish"	""
"DisplayTank"	"lightingEffect"	"lightingEffect"	"Tank"	""
"DisplayTank"	"soundTrack"	"soundTrack"	"Tank"	""
"ScientificTank"	"soundTrack"	"soundTrack"	"Tank"	""
"ScientificTank"	"salinity"	"salinity"	"Tank"	""

รูปที่ ค-1 เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบฐานข้อมูลถังเลี้ยงปลา

เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา ดังรูปที่ ค-2

ชื่อความสัมพันธ์	คลาส1	คลาส2	ความสัมพันธ์	มัลติพลิซิตี1	มัลติพลิซิตี2	เงื่อนไข
"AssocReps "	"Fish"	"Species"	"m-1"	"1"	"n"	""
"AssocExperience"	"Event"	"Fish"	"m-1"	"1"	"n"	""
"AssocPopulation1"	"DisplayFish"	"DisplayTank"	"m-1"	"1"	"n"	""
"AssocPopulation2"	"ExperimentalFish"	"ScientificTank"	"m-1"	"1"	"n"	""

รูปที่ ค-2 เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา

ข้อกำหนดเขตของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา ดังรูปที่ ค-3

<pre> \begin{zed} [SPECIES, SNAME, SFOOD, \ FISH, FNAME, FCOLOR, FWEIGHT, \ EVENT, EDATE, ENOTE, \ TANK, TNAME, TCOLOR, TVOLUMN, \ LIGHTINGEFFECT, SOUNDTRACK, \ TEMPERATURE, SALINITY] \end{zed} \begin{schema}{Species} sname : SNAME \ sfood : SFOOD \end{schema} \begin{schema}{SpeciesExt} species : \finset SPECIES \ speciesAttrs : SPECIES \pfun Species \where \dom speciesAttrs \subsetq species \end{schema} \begin{schema}{Fish} fname : FNAME \ fcolor : FCOLOR \ fweight : FWEIGHT \end{schema} \begin{schema}{FishExt} fish : \finset FISH \ fishAttrs : FISH \pfun Fish \where \dom fishAttrs \subsetq fish \end{schema} \begin{schema}{Event} edate : EDATE \ enote : ENOTE \end{schema} </pre>	<pre> \begin{schema}{EventExt} event : \finset EVENT \ eventAttrs : EVENT \pfun Event \where \dom eventAttrs \subsetq event \end{schema} \begin{schema}{Tank} tname : TNAME \ tcolor : TCOLOR \ tvolumn : TVOLUMN \end{schema} \begin{schema}{TankExt} tank : \finset TANK \ tankAttrs : TANK \pfun Tank \where \dom tankAttrs \subsetq tank \end{schema} \begin{schema}{DisplayFish} fishattrs : Fish \end{schema} \begin{schema}{DisplayFishExt} FishExt \ displayFish : \finset FISH \ displayFishAttrs : FISH \pfun DisplayFish \where \dom displayFishAttrs \subsetq displayFish \ displayFish \in \{fish\} \ \forall a : \dom displayFishAttrs a \in \dom fishAttrs @ (displayFishAttrs a).fishattrs = (fishAttrs a) \end{schema} </pre>
---	--

รูปที่ ค-3 ข้อกำหนดเขตของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา

```

\begin{schema}{ExperimentalFish}
  fishattrs : Fish
\end{schema}

\begin{schema}{ExperimentalFishExt}
  FishExt \\\
  experimentalFish : \finset FISH \\\
  experimentalFishAttrs : FISH \pfun
ExperimentalFish
\where
  \dom experimentalFishAttrs \subseteqq
experimentalFish \\\
  experimentalFish \in \{fish\} \\\
  \forall a : \dom experimentalFishAttrs | a \in
\dom fishAttrs @
  (experimentalFishAttrs a).fishattrs =
(fishAttrs a)
\end{schema}

\begin{schema}{DisplayTank}
  tankattrs : Tank \\\
  lightingEffect : LIGHTINGEFFECT \\\
  soundTrack : SOUNDTRACK
\end{schema}

\begin{schema}{DisplayTankExt}
  TankExt \\\
  displayTank : \finset TANK \\\
  displayTankAttrs : TANK \pfun
DisplayTank
\where
  \dom displayTankAttrs \subseteqq
displayTank \\\
  displayTank \in \{tank\} \\\
  \forall a : \dom displayTankAttrs | a \in
\dom tankAttrs @
  (displayTankAttrs a).tankattrs = (tankAttrs
a)
\end{schema}

\begin{schema}{ScientificTank}
  tankattrs : Tank \\\
  temperature : TEMPERATURE \\\
  salinity : SALINITY
\end{schema}

\begin{schema}{ScientificTankExt}
  TankExt \\\
  scientificTank : \finset TANK \\\
  scientificTankAttrs : TANK \pfun
ScientificTank
\where
  \dom scientificTankAttrs \subseteqq
scientificTank \\\
  scientificTank \in \{tank\} \\\
  \forall a : \dom scientificTankAttrs | a \in
\dom tankAttrs @
  (scientificTankAttrs a).tankattrs =
(tankAttrs a)
\end{schema}

\begin{schema}{AssocReps}
  FishExt \\\
  SpeciesExt \\\
  assocReps : \finset (FISH \cross SPECIES)
\where
  \dom assocReps \subseteqq fish \\\
  \ran assocReps \subseteqq species \\\
  \forall r1, r2 : \ran assocReps @
  assocReps \inv (r1) = assocReps \inv (r2)
\implies r1 = r2 \\\
  \forall x : fish @ \# (assocReps \limg \{x\}
\rimg) = 1 \\\
  \forall y : species @ \# (assocReps \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AssocExperience}
  EventExt \\\
  FishExt \\\
  assocExperience : \finset (EVENT \cross
FISH)
\where
  \dom assocExperience \subseteqq event \\\
  \ran assocExperience \subseteqq fish \\\
  \forall r1, r2 : \ran assocExperience @
  assocExperience \inv (r1) =
assocExperience \inv (r2) \implies r1 = r2 \\\
  \forall x : event @ \# (assocExperience
\limg \{x\} \rimg) = 1 \\\
  \forall y : fish @ \# (assocExperience \inv
\limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AssocPopulation1}
  DisplayFishExt \\\
  DisplayTankExt \\\
  assocPopulation1 : \finset (FISH \cross
TANK)
\where
  \dom assocPopulation1 \subseteqq
displayFish \\\
  \ran assocPopulation1 \subseteqq
displayTank \\\
  \forall r1, r2 : \ran assocPopulation1 @
  assocPopulation1 \inv (r1) =
assocPopulation1 \inv (r2) \implies r1 = r2 \\\
  \forall x : displayFish @ \#
(assocPopulation1 \limg \{x\} \rimg) = 1 \\\
  \forall y : displayTank @ \#
(assocPopulation1 \inv \limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AssocPopulation2}
  ExperimentalFishExt \\\
  ScientificTankExt \\\
  assocPopulation2 : \finset (FISH \cross
TANK)
\where
  \dom assocPopulation2 \subseteqq
experimentalFish \\\

```

รูปที่ ค-3 ข้อกำหนดเซตของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา (ต่อ)

```

\ran assocPopulation2 \subseteq
scientificTank \
  \forall r1, r2 : \ran assocPopulation2 @
  assocPopulation2 \inv (r1) =
assocPopulation2 \inv (r2) \implies r1 = r2 \
  \forall x : experimentalFish @ \#
  (assocPopulation2 \limg \{x\} \rimg) = 1 \
  \forall y : scientificTank @ \#
  (assocPopulation2 \inv \limg \{y\} \rimg) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AddSpecies}
  \Delta SpeciesExt \
  species? : SPECIES \
  s? : Species
\where
  species? \notin \dom speciesAttrs \
  species' = species \cup \{species?\} \
  speciesAttrs' = speciesAttrs \cup \{species?
\mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddFish}
  \Delta FishExt \
  fish? : FISH \
  f? : Fish
\where
  fish? \notin \dom fishAttrs \
  fish' = fish \cup \{fish?\} \
  fishAttrs' = fishAttrs \cup \{fish? \mapsto
f?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddEvent}
  \Delta EventExt \
  event? : EVENT \
  e? : Event
\where
  event? \notin \dom eventAttrs \
  event' = event \cup \{event?\} \
  eventAttrs' = eventAttrs \cup \{event?
\mapsto e?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddTank}
  \Delta TankExt \
  tank? : TANK \
  t? : Tank
\where
  tank? \notin \dom tankAttrs \
  tank' = tank \cup \{tank?\} \
  tankAttrs' = tankAttrs \cup \{tank? \mapsto
t?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddDisplayFish}
  \Delta DisplayFishExt \
  displayFish? : FISH \
  d? : DisplayFish
\where
  displayFish? \notin \dom displayFishAttrs \
  displayFish' = displayFish \cup
\{displayFish?\} \
  displayFishAttrs' = displayFishAttrs \cup
\{displayFish? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddExperimentalFish}
  \Delta ExperimentalFishExt \
  experimentalFish? : FISH \
  e? : ExperimentalFish
\where
  experimentalFish? \notin \dom
experimentalFishAttrs \
  experimentalFish' = experimentalFish \cup
\{experimentalFish?\} \
  experimentalFishAttrs' =
experimentalFishAttrs \cup \{experimentalFish?
\mapsto e?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddDisplayTank}
  \Delta DisplayTankExt \
  displayTank? : TANK \
  d? : DisplayTank
\where
  displayTank? \notin \dom displayTankAttrs
\
  displayTank' = displayTank \cup
\{displayTank?\} \
  displayTankAttrs' = displayTankAttrs \cup
\{displayTank? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddScientificTank}
  \Delta ScientificTankExt \
  scientificTank? : TANK \
  s? : ScientificTank
\where
  scientificTank? \notin \dom
scientificTankAttrs \
  scientificTank' = scientificTank \cup
\{scientificTank?\} \
  scientificTankAttrs' = scientificTankAttrs
\cup \{scientificTank? \mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveSpecies}
  \Delta SpeciesExt \
  species? : SPECIES
\where
  species? \in \dom speciesAttrs \
  species' = species \setminus \{species?\} \
  speciesAttrs' = \{species?\} \ \text{ndres}
speciesAttrs
\end{schema}

```

รูปที่ ค-3 ข้อกำหนดเขตของระบบฐานข้อมูลถังเลี้ยงปลา (ต่อ)

```

\begin{schema}{RemoveFish}
  \Delta FishExt \
  fish? : FISH
\where
  fish? \in \dom fishAttrs \
  fish' = fish \setminus \{fish?\} \
  fishAttrs' = \{fish?\} \ndres fishAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveEvent}
  \Delta EventExt \
  event? : EVENT
\where
  event? \in \dom eventAttrs \
  event' = event \setminus \{event?\} \
  eventAttrs' = \{event?\} \ndres eventAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveTank}
  \Delta TankExt \
  tank? : TANK
\where
  tank? \in \dom tankAttrs \
  tank' = tank \setminus \{tank?\} \
  tankAttrs' = \{tank?\} \ndres tankAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveDisplayFish}
  \Delta DisplayFishExt \
  displayFish? : FISH
\where
  displayFish? \in \dom displayFishAttrs \
  displayFish' = displayFish \setminus \
  \{displayFish?\} \
  displayFishAttrs' = \{displayFish?\} \ndres
  displayFishAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveExperimentalFish}
  \Delta ExperimentalFishExt \
  experimentalFish? : FISH
\where
  experimentalFish? \in \dom
  experimentalFishAttrs \
  experimentalFish' = experimentalFish
  \setminus \{experimentalFish?\} \
  experimentalFishAttrs' =
  \{experimentalFish?\} \ndres experimentalFishAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveDisplayTank}
  \Delta DisplayTankExt \
  displayTank? : TANK
\where
  displayTank? \in \dom displayTankAttrs \
  displayTank' = displayTank \setminus
  \{displayTank?\} \
  displayTankAttrs' = \{displayTank?\} \ndres
  displayTankAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveScientificTank}
  \Delta ScientificTankExt \
  scientificTank? : TANK
\where
  scientificTank? \in \dom scientificTankAttrs
  \
  scientificTank' = scientificTank \setminus
  \{scientificTank?\} \
  scientificTankAttrs' = \{scientificTank?\}
  \ndres scientificTankAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeSpecies}
  \Delta SpeciesExt \
  species? : SPECIES \
  s? : Species
\where
  species? \in \dom speciesAttrs \
  species' = species \
  speciesAttrs' = speciesAttrs \oplus
  \{species? \mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeFish}
  \Delta FishExt \
  fish? : FISH \
  f? : Fish
\where
  fish? \in \dom fishAttrs \
  fish' = fish \
  fishAttrs' = fishAttrs \oplus \{fish? \mapsto
  f?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeEvent}
  \Delta EventExt \
  event? : EVENT \
  e? : Event
\where
  event? \in \dom eventAttrs \
  event' = event \
  eventAttrs' = eventAttrs \oplus \{event?
  \mapsto e?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeTank}
  \Delta TankExt \
  tank? : TANK \
  t? : Tank
\where
  tank? \in \dom tankAttrs \
  tank' = tank \
  tankAttrs' = tankAttrs \oplus \{tank?
  \mapsto t?\}
\end{schema}

```

รูปที่ ค-3 ข้อกำหนดเซตของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา (ต่อ)

```

\begin{schema} {ChangeDisplayFish}
  \Delta DisplayFishExt \
  displayFish? : FISH \
  d? : DisplayFish
\where
  displayFish? \in \dom displayFishAttrs \
  displayFish' = displayFish \
  displayFishAttrs' = displayFishAttrs \oplus
\{displayFish? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema} {ChangeExperimentalFish}
  \Delta ExperimentalFishExt \
  experimentalFish? : FISH \
  e? : ExperimentalFish
\where
  experimentalFish? \in \dom
experimentalFishAttrs \
  experimentalFish' = experimentalFish \
  experimentalFishAttrs' =
experimentalFishAttrs \oplus \{experimentalFish?
\mapsto e?\}
\end{schema}

\begin{schema} {ChangeDisplayTank}
  \Delta DisplayTankExt \
  displayTank? : TANK \
  d? : DisplayTank
\where
  displayTank? \in \dom displayTankAttrs \
  displayTank' = displayTank \
  displayTankAttrs' = displayTankAttrs \oplus
\{displayTank? \mapsto d?\}
\end{schema}

\begin{schema} {ChangeScientificTank}
  \Delta ScientificTankExt \
  scientificTank? : TANK \
  s? : ScientificTank
\where
  scientificTank? \in \dom scientificTankAttrs
\
  scientificTank' = scientificTank \
  scientificTankAttrs' = scientificTankAttrs
\oplus \{scientificTank? \mapsto s?\}
\end{schema}

```

รูปที่ ค-3 ข้อกำหนดเซตของระบบฐานข้อมูลถึงเลี้ยงปลา (ต่อ)

ภาคผนวก ง

ข้อกำหนดเขตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ (Automatic Teller Machine)

เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ ดังรูปที่ ง-1

ชื่อคลาส	ชื่อลักษณะประจำ	แบบชนิดข้อมูลลักษณะประจำ	ชื่อคลาสแม่	เงื่อนไข
"Bank"	"name"	"name"	""	""
"Bank"	"address"	"address"	""	""
"ATMMachine"	"name"	"name"	""	""
"ATMMachine"	"address"	"address"	""	""
"BankClient"	"firstname"	"firstname"	""	""
"BankClient"	"lastname"	"lastname"	""	""
"BankClient"	"cardNumber"	"cardNumber"	""	""
"BankClient"	"pinNumber"	"pinNumber"	""	""
"Account"	"number"	"number"	""	""
"Account"	"balance"	"balance"	""	""
"Transaction"	"transId"	"transId"	""	""
"Transaction"	"transDate"	"transDate"	""	""
"Transaction"	"transTime"	"transTime"	""	""
"Transaction"	"transType"	"transType"	""	""
"Transaction"	"amount"	"amount"	""	""
"Transaction"	"postBalance"	"postBalance"	""	""
"CheckingAccount"	""	""	"Account"	""
"SavingAccount"	""	""	"Account"	""

รูปที่ ง-1 เพิ่มข้อความของโครงสร้างคลาสของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ

เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ ดังรูปที่ ง-2

ชื่อความสัมพันธ์	คลาส1	คลาส2	ความสัมพันธ์	มัลติพลิตี1	มัลติพลิตี2	เงื่อนไข
"AggHas1"	"ATMMachine"	"Bank"	"m-1"	"1"	"n"	""
"AggHas2"	"Account"	"Bank"	"m-1"	"1"	"n"	""
"AssocOpen"	"BankClient"	"Account"	"1-m"	"1..n"	"1"	""
"AssocAccountTrans"	"Account"	"Transaction"	"1-m"	"n"	"1"	""
"AssocSavingChecking"	"CheckingAccount"	"SavingAccount"	"1-1"	"1"	"1"	""

รูปที่ ง-2 เพิ่มข้อความของความสัมพันธ์ของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ

ข้อกำหนดเขตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ ดังรูปที่ ง-3

```

\begin{zed}
    [BANK, NAME, ADDRESS, \
    ATMMACHINE, \
    BANKCLIENT, FIRSTNAME,
    LASTNAME, CARDNUMBER, PINNUMBER, \
    ACCOUNT, NUMBER, BALANCE, \
    TRANSACTION, TRANSID,
    TRANSDATE, TRANSTIME. TRANSTYPE,
    AMOUNT, POSTBALANCE]
\end{zed}

\begin{schema}{Bank}
    name : NAME \
    address : ADDRESS
\end{schema}

\begin{schema}{BankExt}
    bank : \finset BANK \
    bankAttrs : BANK \pfun Bank
\where
    \dom bankAttrs \subseteq bank
\end{schema}

\begin{schema}{ATMMachine}
    name : NAME \
    address : ADDRESS
\end{schema}

\begin{schema}{ATMMachineExt}
    aTMMachine : \finset ATMMACHINE \
    aTMMachineAttrs : ATMMACHINE \pfun
    ATMMachine
\where
    \dom aTMMachineAttrs \subseteq
    aTMMachine
\end{schema}

\begin{schema}{BankClient}
    firstname : FIRSTNAME \
    lastname : LASTNAME \
    cardNumber : CARDNUMBER \
    pinNumber : PINNUMBER
\end{schema}

\begin{schema}{BankClientExt}
    bankClient : \finset BANKCLIENT \
    bankClientAttrs : BANKCLIENT \pfun
    BankClient
\where
    \dom bankClientAttrs \subseteq bankClient
\end{schema}

\begin{schema}{Account}
    number : NUMBER \
    balance : BALANCE
\end{schema}

\begin{schema}{AccountExt}
    account : \finset ACCOUNT \
    accountAttrs : ACCOUNT \pfun Account
\where
    \dom accountAttrs \subseteq account
\end{schema}

\begin{schema}{Transaction}
    transId : TRANSID \
    transDate : TRANSDATE \
    transTime : TRANSTIME \
    transType : TRANSTYPE \
    amount : AMOUNT \
    postBalance : POSTBALANCE
\end{schema}

\begin{schema}{TransactionExt}
    transaction : \finset TRANSACTION \
    transactionAttrs : TRANSACTION \pfun
    Transaction
\where
    \dom transactionAttrs \subseteq transaction
\end{schema}

```

รูปที่ ง-3 ข้อกำหนดเขตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ

```

\begin{schema}{CheckingAccount}
  accountattrs : Account
\end{schema}

\begin{schema}{CheckingAccountExt}
  AccountExt \\\
  checkingAccount : \finset ACCOUNT \\\
  checkingAccountAttrs : ACCOUNT \pfun
CheckingAccount
\where
  \dom checkingAccountAttrs \subseteq
checkingAccount \\\
  checkingAccount \in \{account\} \\\
  \forall a : \dom checkingAccountAttrs | a \in
\dom accountAttrs @
  (checkingAccountAttrs a).accountattrs =
(accountAttrs a)
\end{schema}

\begin{schema}{SavingAccount}
  accountattrs : Account
\end{schema}

\begin{schema}{SavingAccountExt}
  AccountExt \\\
  savingAccount : \finset ACCOUNT \\\
  savingAccountAttrs : ACCOUNT \pfun
SavingAccount
\where
  \dom savingAccountAttrs \subseteq
savingAccount \\\
  savingAccount \in \{account\} \\\
  \forall a : \dom savingAccountAttrs | a \in
\dom accountAttrs @
  (savingAccountAttrs a).accountattrs =
(accountAttrs a)
\end{schema}

\begin{schema}{AggHas1}
  ATMMachineExt \\\
  BankExt \\\
  aggHas1 : \finset (ATMMACHINE \cross
BANK)
\where
  \dom aggHas1 \subseteq aTMMachine \\\
  \ran aggHas1 \subseteq bank \\\
  \forall r1, r2 : \ran aggHas1 @
  aggHas1 \inv (r1) = aggHas1 \inv (r2)
\implies r1 = r2 \\\
  \forall x : aTMMachine @ \# (aggHas1
\lim \{x\} \rim) = 1 \\\
  \forall y : bank @ \# (aggHas1 \inv \lim
\{y\} \rim) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AggHas2}
  AccountExt \\\
  BankExt \\\
  aggHas2 : \finset (ACCOUNT \cross
BANK)
\where
  \dom aggHas2 \subseteq account \\\
  \ran aggHas2 \subseteq bank \\\
  \forall r1, r2 : \ran aggHas2 @
  aggHas2 \inv (r1) = aggHas2 \inv (r2)
\implies r1 = r2 \\\
  \forall x : account @ \# (aggHas2 \lim
\{x\} \rim) = 1 \\\
  \forall y : bank @ \# (aggHas2 \inv \lim
\{y\} \rim) \geq 0
\end{schema}

\begin{schema}{AssocOpen}
  BankClientExt \\\
  AccountExt \\\
  assocOpen : \finset (BANKCLIENT \cross
ACCOUNT)
\where
  \dom assocOpen \subseteq bankClient \\\
  \ran assocOpen \subseteq account \\\
  \forall r1, r2 : \dom assocOpen @
  assocOpen (r1) = assocOpen (r2) \implies
r1 = r2 \\\
  \forall x : bankClient @ \# (assocOpen \lim
\{x\} \rim) \geq 1 \\\
  \forall y : account @ \# (assocOpen \inv
\lim \{y\} \rim) = 1
\end{schema}

\begin{schema}{AssocAccountTrans}
  AccountExt \\\
  TransactionExt \\\
  assocAccountTrans : \finset (ACCOUNT
\cross TRANSACTION)
\where
  \dom assocAccountTrans \subseteq account
\ran assocAccountTrans \subseteq
transaction \\\
  \forall r1, r2 : \dom assocAccountTrans @
  assocAccountTrans (r1) =
assocAccountTrans (r2) \implies r1 = r2 \\\
  \forall x : account @ \# (assocAccountTrans
\lim \{x\} \rim) \geq 0 \\\
  \forall y : transaction @ \#
(assocAccountTrans \inv \lim \{y\} \rim) = 1
\end{schema}

\begin{schema}{AssocSavingChecking}
  CheckingAccountExt \\\
  SavingAccountExt \\\
  assocSavingChecking : \finset (ACCOUNT
\cross ACCOUNT)
\where
  \dom assocSavingChecking \subseteq
checkingAccount \\\
  \ran assocSavingChecking \subseteq
savingAccount

```

รูปที่ ง-3 ข้อกำหนดเซตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ (ต่อ)

```

\forall d1, d2 : \dom assocSavingChecking;
r1, r2 : \ran assocSavingChecking @
  assocSavingChecking (d1) =
  assocSavingChecking (d2) \implies d1 = d2 \land
  assocSavingChecking \inv (r1) =
  assocSavingChecking \inv (r2) \implies r1 = r2 \ \#
\forall x : checkingAccount @ \#
(assocSavingChecking \limg \{x\} \rimg) = 1 \ \#
\forall y : savingAccount @ \#
(assocSavingChecking \inv \limg \{y\} \rimg) = 1
\end{schema}

\begin{schema}{AddBank}
  \Delta BankExt \ \
  bank? : BANK \ \
  b? : Bank
\where
  bank? \notin \dom bankAttrs \ \
  bank' = bank \cup \{bank?\} \ \
  bankAttrs' = bankAttrs \cup \{bank?\}
\mapsto b?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddATMMachine}
  \Delta ATMMachineExt \ \
  aTMMachine? : ATMMACHINE \ \
  a? : ATMMachine
\where
  aTMMachine? \notin \dom
aTMMachineAttrs \ \
  aTMMachine' = aTMMachine \cup
\{aTMMachine?\} \ \
  aTMMachineAttrs' = aTMMachineAttrs
\cup \{aTMMachine?\} \mapsto a?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddBankClient}
  \Delta BankClientExt \ \
  bankClient? : BANKCLIENT \ \
  b? : BankClient
\where
  bankClient? \notin \dom bankClientAttrs \ \
  bankClient' = bankClient \cup
\{bankClient?\} \ \
  bankClientAttrs' = bankClientAttrs \cup
\{bankClient?\} \mapsto b?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddAccount}
  \Delta AccountExt \ \
  account? : ACCOUNT \ \
  a? : Account
\where
  account? \notin \dom accountAttrs \ \
  account' = account \cup \{account?\} \ \
  accountAttrs' = accountAttrs \cup
\{account?\} \mapsto a?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddTransaction}
  \Delta TransactionExt \ \
  transaction? : TRANSACTION \ \
  t? : Transaction
\where
  transaction? \notin \dom transactionAttrs \ \
  transaction' = transaction \cup
\{transaction?\} \ \
  transactionAttrs' = transactionAttrs \cup
\{transaction?\} \mapsto t?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddCheckingAccount}
  \Delta CheckingAccountExt \ \
  checkingAccount? : ACCOUNT \ \
  c? : CheckingAccount
\where
  checkingAccount? \notin \dom
checkingAccountAttrs \ \
  checkingAccount' = checkingAccount \cup
\{checkingAccount?\} \ \
  checkingAccountAttrs' =
checkingAccountAttrs \cup \{checkingAccount?\}
\mapsto c?\}
\end{schema}

\begin{schema}{AddSavingAccount}
  \Delta SavingAccountExt \ \
  savingAccount? : ACCOUNT \ \
  s? : SavingAccount
\where
  savingAccount? \notin \dom
savingAccountAttrs \ \
  savingAccount' = savingAccount \cup
\{savingAccount?\} \ \
  savingAccountAttrs' = savingAccountAttrs
\cup \{savingAccount?\} \mapsto s?\}
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveBank}
  \Delta BankExt \ \
  bank? : BANK
\where
  bank? \in \dom bankAttrs \ \
  bank' = bank \setminus \{bank?\} \ \
  bankAttrs' = \{bank?\} \ndres bankAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveATMMachine}
  \Delta ATMMachineExt \ \
  aTMMachine? : ATMMACHINE
\where
  aTMMachine? \in \dom aTMMachineAttrs
\ \
  aTMMachine' = aTMMachine \setminus
\{aTMMachine?\} \ \
  aTMMachineAttrs' = \{aTMMachine?\}
\ndres aTMMachineAttrs
\end{schema}

```

รูปที่ ง-3 ข้อกำหนดเซตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ (ต่อ)

```

\begin{schema}{RemoveBankClient}
  \Delta BankClientExt \
  bankClient? : BANKCLIENT
\where
  bankClient? \in \dom bankClientAttrs \
  bankClient' = bankClient \setminus
  \{bankClient?\} \
  bankClientAttrs' = \{bankClient?\} \ndres
  bankClientAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveAccount}
  \Delta AccountExt \
  account? : ACCOUNT
\where
  account? \in \dom accountAttrs \
  account' = account \setminus \{account?\} \
  accountAttrs' = \{account?\} \ndres
  accountAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveTransaction}
  \Delta TransactionExt \
  transaction? : TRANSACTION
\where
  transaction? \in \dom transactionAttrs \
  transaction' = transaction \setminus
  \{transaction?\} \
  transactionAttrs' = \{transaction?\} \ndres
  transactionAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveCheckingAccount}
  \Delta CheckingAccountExt \
  checkingAccount? : ACCOUNT
\where
  checkingAccount? \in \dom
  checkingAccountAttrs \
  checkingAccount' = checkingAccount
  \setminus \{checkingAccount?\} \
  checkingAccountAttrs' =
  \{checkingAccount?\} \ndres checkingAccountAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{RemoveSavingAccount}
  \Delta SavingAccountExt \
  savingAccount? : ACCOUNT
\where
  savingAccount? \in \dom
  savingAccountAttrs \
  savingAccount' = savingAccount \setminus
  \{savingAccount?\} \
  savingAccountAttrs' = \{savingAccount?\}
  \ndres savingAccountAttrs
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeBank}
  \Delta BankExt \
  bank? : BANK \
  b? : Bank
\where
  bank? \in \dom bankAttrs \
  bank' = bank \
  bankAttrs' = bankAttrs \oplus \{bank?
  \mapsto b?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeATMMachine}
  \Delta ATMMachineExt \
  aTMMachine? : ATMMACHINE \
  a? : ATMMachine
\where
  aTMMachine? \in \dom aTMMachineAttrs
  \
  aTMMachine' = aTMMachine \
  aTMMachineAttrs' = aTMMachineAttrs
  \oplus \{aTMMachine? \mapsto a?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeBankClient}
  \Delta BankClientExt \
  bankClient? : BANKCLIENT \
  b? : BankClient
\where
  bankClient? \in \dom bankClientAttrs \
  bankClient' = bankClient \
  bankClientAttrs' = bankClientAttrs \oplus
  \{bankClient? \mapsto b?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeAccount}
  \Delta AccountExt \
  account? : ACCOUNT \
  a? : Account
\where
  account? \in \dom accountAttrs \
  account' = account \
  accountAttrs' = accountAttrs \oplus
  \{account? \mapsto a?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeTransaction}
  \Delta TransactionExt \
  transaction? : TRANSACTION \
  t? : Transaction
\where
  transaction? \in \dom transactionAttrs \
  transaction' = transaction \
  transactionAttrs' = transactionAttrs \oplus
  \{transaction? \mapsto t?\}
\end{schema}

\begin{schema}{ChangeCheckingAccount}
  \Delta CheckingAccountExt \
  checkingAccount? : ACCOUNT \
  c? : CheckingAccount
\where
  checkingAccount? \in \dom
  checkingAccountAttrs \
  checkingAccount' = checkingAccount \

```

รูปที่ ง-3 ข้อกำหนดเขตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ (ต่อ)

<pre> checkingAccountAttrs' = checkingAccountAttrs \oplus \{checkingAccount? \mapsto c?\} \end{schema} \begin{schema}{ChangeSavingAccount} \Delta SavingAccountExt \ savingAccount? : ACCOUNT \ s? : SavingAccount </pre>	<pre> \where savingAccount? \in \dom savingAccountAttrs \ savingAccount' = savingAccount \ savingAccountAttrs' = savingAccountAttrs \oplus \{savingAccount? \mapsto s?\} \end{schema} </pre>
--	--

รูปที่ ง-3 ข้อกำหนดเซตของระบบเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ (ต่อ)



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุภัทรา นภาภาค เกิดวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
รามคำแหง และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ภาควิชาชีพวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543