

תאריך הבחינה: 12 יולי 2013
שם המרצה: ד"ר רמי פוזיס
שם הקורס: ניתוח ועיצוב מערכות תוכנה
מס' הקורס: 37213401
מיועד לתלמידי: הנדסת תוכנה, שנה ב'
סמסטר: ב' מועד: א'
משך הבחינה: שלוש שעות
חומר עזר: כל חומר עזר (מודפס)

מבחן בניתוח ועיצוב מערכות תוכנה

מספר נבחן: _____

דני, חבר שלך משנה ד' בהנדסת תוכנה צריך להכין דוקומנטציה מקיפה לפרויקט הסיום שלו. עבר זמן רב מאז שלמד ניתוח ועיצוב מערכות תוכנה ורוב קורסי הבחירה שלו התמקדו באלגוריתמים ובלמידת מכונה. הוא לא זוכר בדיוק את כל הדקויות של UML ומתלבט קשות בין מספר אפשרויות עיצוב. כיוון שהחומר עדיין טרי בראש שלך, דני ביקש ממך עזרה בהכנת המסמך ובדיקתו.

להלן תיאור מפורט של אותו חלק במערכת שעליה אחראי דני. המסמך כולל הן תיאור מילולי של המערכת והדרישות. בחלק מתהליך ניתוח המערכת דני בחר להשתמש בתרשימי DFD וכלים אחרים מניתוח תוכנה מובנה כיוון שהם אפשרו לו ניתוח שלם יותר וחסכו התלבטויות רבות.



כל 23 השאלות של דני מסומנות באופן ברור ע"י סימן שאלה

תשובותיך חייבות להיות כתובות בכתב ברור במקום המיועד בלבד. מומלץ לכתוב את התשובות ולצייר את התרשימים תחילה במחברת טיטה ולהעתיק את התשובות הסופיות לטופס כחצי שעה לפני סיום הבחינה.

תשובה "לא יודע" תזכה ב- 20% מערך הסעיף.

השאלון כתוב במין זכר אך מתייחס לשני המינים כאחד, סה"כ ניתן לצבור בבחינה 110 נקודות.

Contents

1	Introduction (1pt)	2
2	Stakeholders.....	3
3	Use Cases (25pt)	4
4	Data Model (20pt).....	10
4.1	Data Flow Diagrams (10pt)	10
4.2	Entity-Relationship Diagram (10pt)	12
5	Static System Analysis (18pt).....	13
6	Behavioral Analysis (46pt).....	15
6.1	Sequence diagrams (26pt)	15
6.2	States (20pt)	17

Auditory Imaging For Sightless Navigation (ASIN)

1 Introduction (1pt)

The following document described a research prototype of a system intended to help blind people with navigation in their surroundings. The system contains a small Bluetooth camera mounted on the user's head, the main processing unit installed on a laptop, and headphones. The main functionality of the processing unit is real time sensory substitution that translates visual input from the camera into audible signals. Figure 1 presents the main components of ASIN: Image Processing, Sound Creation, and a component for managing Experiments and Configuration. Two third-party (external) software products are used: the OpenCV image processing library and a 3D Sound Positioning software called Sound Scene Renderer (SSR) which supports the standard OpenAL API.

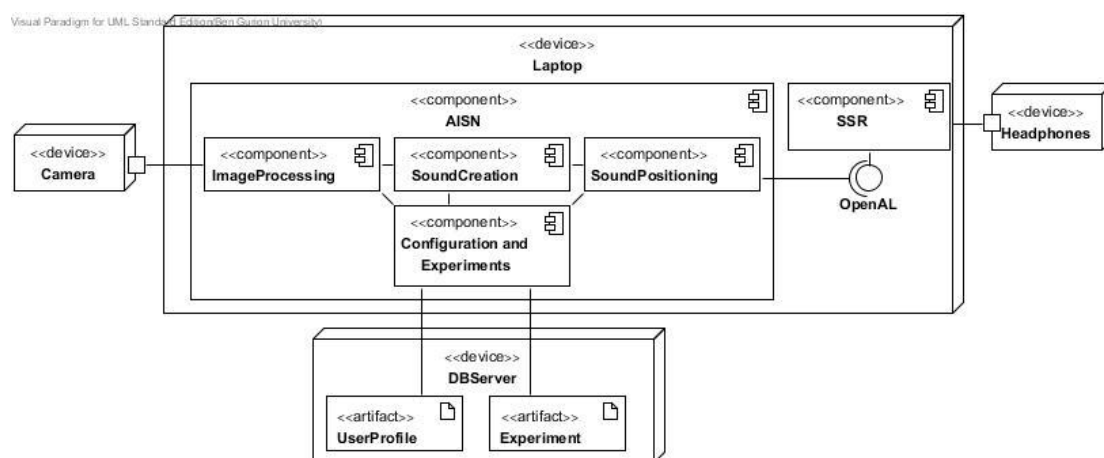


Figure 1 ASIN ? _____ ? diagram

.1 (1נק) השלם סוג תרשים.



Visual information is obtained from the camera as a stream of images. Every image is analyzed by the Image Processing Unit. Detection and tracking of visual patterns in every image may depend on information extracted from previous images. The extracted visual information is passed to the Sound Creation Unit. This unit creates the relevant sounds, according to the received information and transfers them to the third party 3D Sound Positioning Unit. The sounds are positioned relative to the user's head at the location corresponding to the location of the visual patterns as seen by the head mounted camera.

The system is developed as a flexible research environment. It should allow detection and tracking of variety of visual patterns and mapping of those patterns to variety of sounds. The system contains a few predefined visual patterns and prerecorded sounds; however, most of the visual patterns and sounds will be defined by the researchers in future.

Since the system is a research prototype, its configuration and operation (except the actual sensory substitution) needs not to be accessible for blind people and can be performed by sighted operator. The system configuration includes among other things extended user profile which specifies the preferred sound mapping and Head Related Transfer Function for accurate 3D sound positioning. The system manages experiments performed to evaluate the effectiveness of sensory substitution. Every user can participate in many experiments and every experiment contains the task description and result.

2 Stakeholders

End Users

The system will be used, mostly, by visually impaired (or even blind) people (**also called “end-users”**) for the purpose of hearing their physical environment.

Configuration users

The system installation and initial tuning, such as user profiles creation, will be performed by configuration users. These users will set all the settings needed for an end-user to use the system properly.

Researchers

Researchers are configuration users that conduct experiments to evaluate the quality of sensory substitution.

Experts

The system 3D sound engine, based on HRTF datasets is developed in coordination and under technical advisory of the acoustics laboratory. This laboratory supplies the sound equipment required for experiments.

Sponsors

The system is sponsored by non-profit organizations that support the community of visually impaired people.

3 Use Cases (25pt)

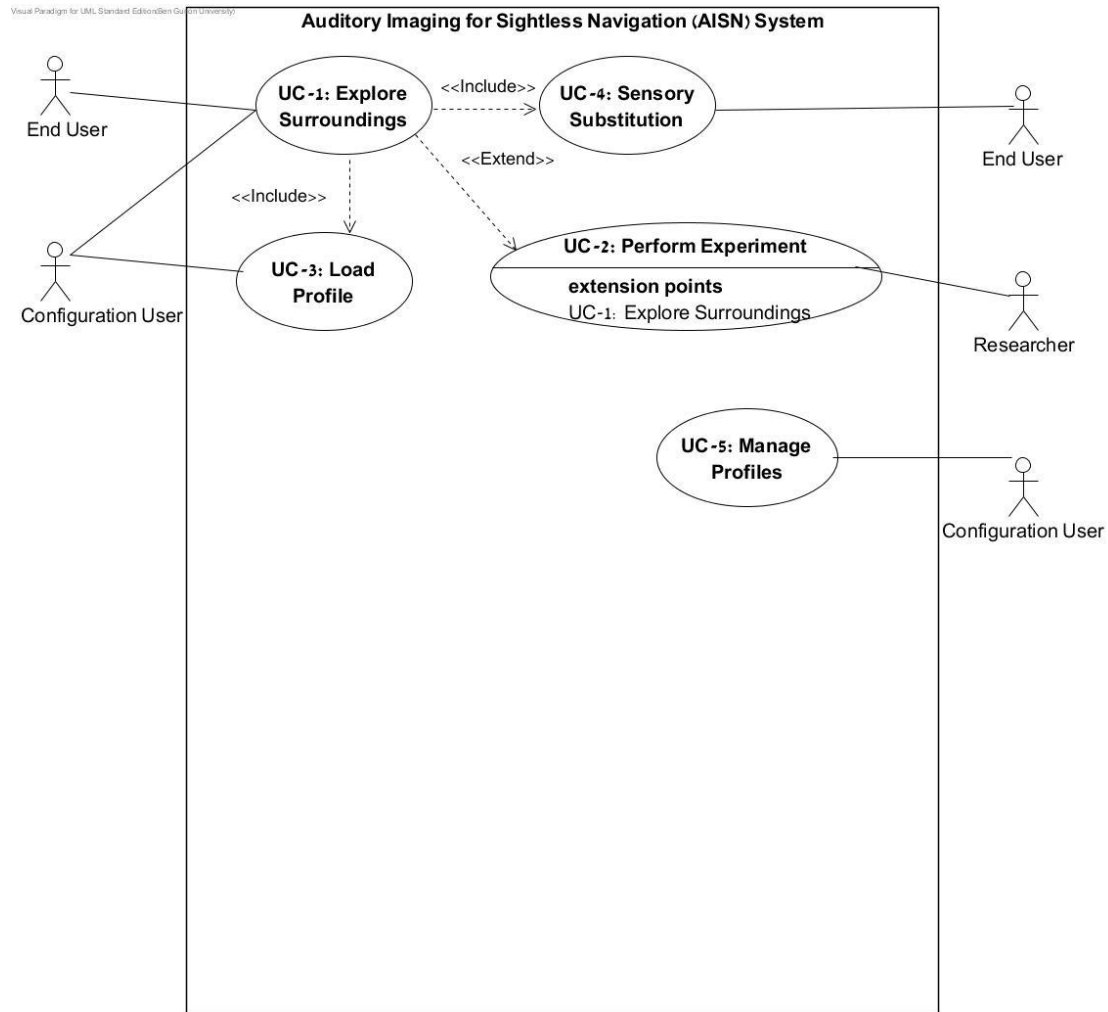


Figure 2 ASIN Use Case diagram

?

2. (14 נק)

(2 נק) דני אינו בטוח מה לעשות כדי שיהיה ברור שגם ישות Researcher תוכל להפעיל את התרחישים: UC-1, UC-3, UC-5. עזור לו לתקן את התרחישים במינימום שינויים. (הוסף את השינויים ע"ג התרחישים)

(1 נק) כמה אנשים צריכים להשתתף בהצעת ניסוי (UC-2)? _____

(1 נק) דני לא בטוח האם מותר לו למחוק את הקו בין End User ל-UC-4 בלי לפגוע בהגדרת המערכת. עזור לו והסבר:

(1 נק) ומה לגבי הקו בין Configuration User ל-UC-3?

(1 נק) ומה לגבי הקו בין End User ל-UC-1?

(8 נק) השלם את תרחישי Use Case ופרט את כל תרחישי המשנה של UC-5: Manage Profiles.

UC-1: Explore Surroundings

Summary:

A End User (also called Blind User) uses the system to understand what is located in front of him by listening to the 3D-sounds produced by the system. The system processes every video frame captured from the camera to detect and track objects in the camera's sight. The system calculates coordinates of every tracked object relative the user's head. For every such object a corresponding sound is generated. Finally the generated sounds are positioned in the 3D space according to calculated coordinates. This process repeats until the user stops it.

Actors:

<p>3. (2 נק) השלם את הישויות (Actors) הרלוונטיות ואת תפקידן בתרחיש. אם נדרש תקן את תרשים Use Case-ה.</p>
--

Trigger:

System start up

Main success scenario:

1. When the system starts up it loads the main components and ensures that a SSR is running and available.
2. Load profile (UC-3).
3. Configuration User activates the sensory substitution (UC-4) by pressing the "Activate" button. The sensory substitution is active until deactivated.

Alternative flows and Exceptions:

- 1.a. If SSR is not available display appropriate message and exit.
- 1.b. If camera is not found display appropriate message and exit.

UC-2: Perform Experiment

Summary:

Experiment represents a task that researcher gives to the End User in order to evaluate system performance and system usability. After the researcher explains the End User what should he do in current task, the researcher selects an experiment that will be performed or defines a new one by typing in its description. After the experiment is selected it starts. During the experiment, the researcher can change the settings or stop the experiment and return to the welcome screen.

Actors:

End User - performs the experiment and gains experience by using the system.
Researcher – defines an experiment and monitors the performance of the End User.
Configuration User – helps with starting the system and selecting user profile.

Trigger:



Researcher presses the “Experiment” button located on the welcome screen.

Main success scenario:

1. If it is the first experiment task with current End User the UC-1 (“Explore Surroundings”) is executed.
2. The researcher presses the “Experiment” button located on the welcome screen.
3. The experiment screen is presented to the researcher and he is asked to select one.
4. A timer window is presented.
5. The researcher asks the End User to begin the task and starts the timer which causes the Translation process to begin (UC-4).
6. The researcher stops the timer
7. The translation process is stopped (see UC-4)
8. The researcher enters the experiment task results and observations.

Alternative flows and Exceptions:

- 3.a. The researcher did not find the right experiment.
 1. The researcher selects add new experiment.
 2. The researcher fills in the experiment task description.
- 8.a. The experiment task was not performed as expected.
 1. The researcher does not enter the results and restarts the use case.

<p>4. (5 נק) דני רוצה להקל על המשתמשים לבצע מספר ניסויים (משימות) עם אותו נסיין, בלי לבחור כל פעם פרופיל משתמש. הצע דרך לעשות זאת ואם נדרש תקן את תרשים ה-Use Case.</p> <p>8.b. The researcher wants to perform additional experiment task.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <p>5. (2 נק) על איזה חלק של תיאור תרחיש UC-4 משפיעה אלטרנטיבה זו? בצע את התיקון. _____</p>	 
--	--

UC-3: Load Profile

Summary:

As a part of UC-1 “Explore Surroundings” (or UC-2 “Run Experiment”) the Configuration-User selects a user profile from a list of the available profiles.

Actors:

A Configuration-User – helps to initialize the system.

Trigger:

System startup, automatically triggered in UC-1.

Preconditions:

The user chose one of the options - “Explore Surroundings” (UC-1) or “Run Experiment” (UC-2).

Postconditions:

The system is initialized with the desired profile details.

Main success scenario:

1. The system presents the user a list of the available profiles.
2. Configuration User selects a profile
3. The system loads profile details
4. The system initializes the ImageProcessing, SoundCreation, and SoundPositioning components according to the chosen profile.
5. The system notifies the user upon successful initialization.

Alternative flows and Exceptions:

- 2.a. The system fails to retrieve profile data from the DB.
 1. An appropriate error message is shown.
 2. An option to create a new profile is presented.
 3. If the user chooses to create a new profile
 4. UC-5. "Add Profile" is executed.
 5. The new profile is selected and the system continues to step 3.

UC-4 Sensory Substitution

Summary:

The core of a sensory substitution process, which allows the End User to understand what, appears in an image, by playing 3D-sounds in the appropriate positions around him. This use-case occurs as a part of the "Explore Surroundings" use-case (see UC-1).

Image Processing component processes the received image and takes the relevant visual information out of it. The received information is transferred to the Sound Creation unit which generates sound samples. The created sounds are transferred to the Sound Positioning unit which outputs them to the End User via headphones.

6. (2 נק) האם יזום התרחיש הגיוני? _____ . אם נדרש תקן את תיאור התרחיש ואת התרשים.



Actors:

The End User – experiences sensory substitution.

Trigger:

End User clicks the Activate button

Main success scenario:

1. Video capturing is started.
2. The system retrieves video stream from camera and processes each frame.
3. The Image Processing component retrieves visual objects from the video stream.
4. The visual objects and their positions are stored in a buffer.
5. The Sound-Creation component generates a sound for each visual object and stores it in a buffer along with its position.
6. The system operates the Sound-Positioning component to play each sound in the appropriate position in the 3D auditory space.

Steps 3 4 and 5 are performed continuously and in parallel until the translation process is stopped.

Alternative flows and Exceptions:

*.a. At any time. On termination of the translation process.

1. Video capturing is stopped.
2. All buffers are cleared.
3. The system moves to idle state and allows

UC-5: Edit Profiles

Summary:

A user of the system wants to edit, create, or delete user profiles. A typical user will have one profile, but may have more than one. Each profile contains the preferred settings such as the sound volume, the HRTF¹, a set of visual objects, and the mapping of visual objects to sounds.

Actors:

A Configuration-User – chooses the desired system configuration based on feedback from the End User.

Trigger:

Configuration-User presses the “Edit Profiles” button located on the welcome screen.

Main success scenario:

1. All profiles are listed.
2. The Configuration-User is allowed to edit the list of profiles.

Alternative flows and Exceptions:

3.a. Deleting a profile

1. User selects a profile
2. Presses the delete button
3. Confirms the operation

3.b. Creating a profile

1. The system asks to name the new profile.
2. The system creates a profile with default volume, empty HRTF file name, and no visual object definitions.

3.c. Viewing\Editing a profile

1. User selects a profile
2. Profile summary is displayed to the user.
3. The user chooses a parameter to edit and presses the edit button.
 - a. Sound volume
 1. Volume value is edited using a slider
 - b. Sound positioning
 1. User can browse for a file containing the HRTF data
 - c. List of visual object definitions
 1. User selects a number of visual objects from a list of supported visual objects
 - d. Visual object to sound mapping
 1. User selects a visual object
 2. User selects one of the supported sounds
4. The user confirms the edit operation

3.c.2.a-d.a Invalid values are entered.

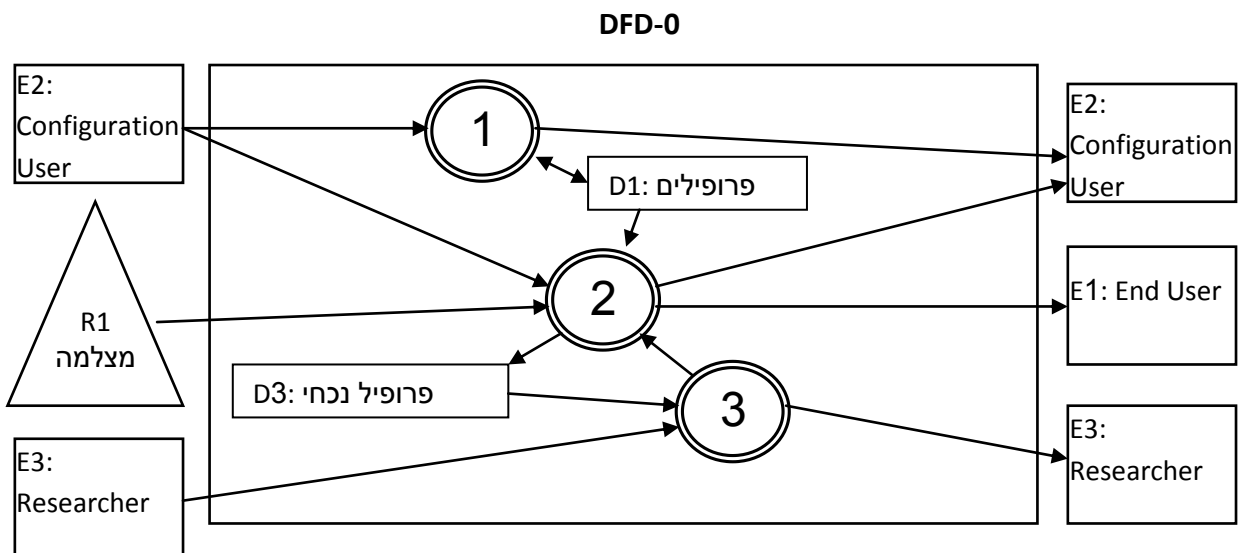
1. The user is requested to enter a new value or cancel the operation
 - a. User cancels the operation
 1. The old property value is set.
 - b. User repeats the editing operation 3.a-b.

¹ Head Related Transfer Function (HRTF) הוא אוסף מערכים נומריים גדולים מאוד העוזר לעבד צלילים כך שתיווצר אשליה כי הצליל מגיע מנקודה מסוימת במרחב. HRTF תלוי במבנה האוזן, גודל ראש, כתפיים וכו' ולכן הינו אישי לכל אדם.

4 Data Model (20pt)

דני רוצה להגיע לתיאור מבנה בסיס הנתונים של המערכת ותרשים ERD דרך ניתוח זרמי מידע של המערכת. בין אם אתה מסכים איתו ובין אם לא עזור לו לבצע את הניתוח כנדרש. לצורך ניתוח זרמי מידע הנח כי ה-Sound Positioning Component נמצא בתוך גבולות המערכת והמצלמה מחוצה לה.

4.1 Data Flow Diagrams (10pt)



מאגרים

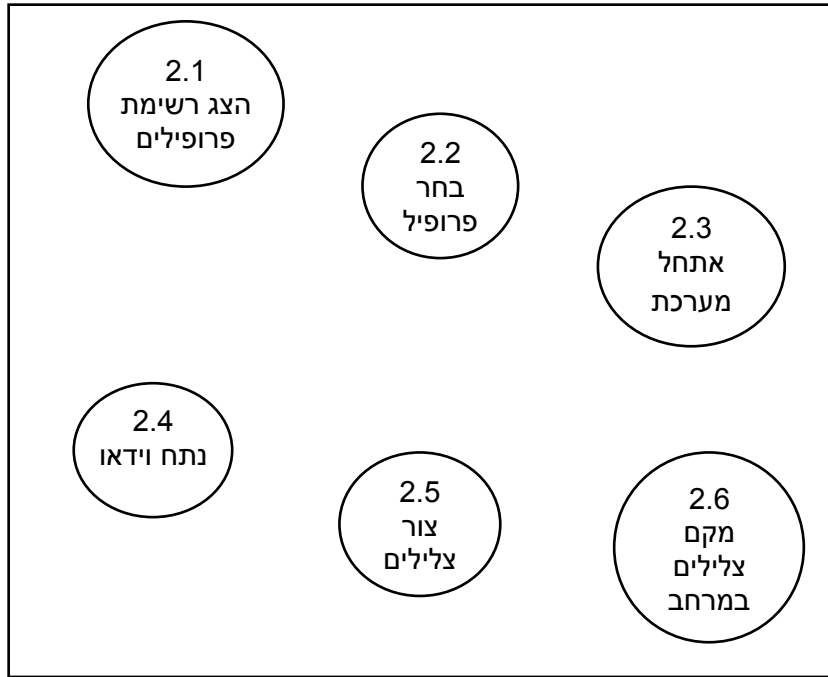
שם	זיהוי
פרופילים	D1
ניסויים	D2
פרופיל נכחי	D3

פונקציות כלליות

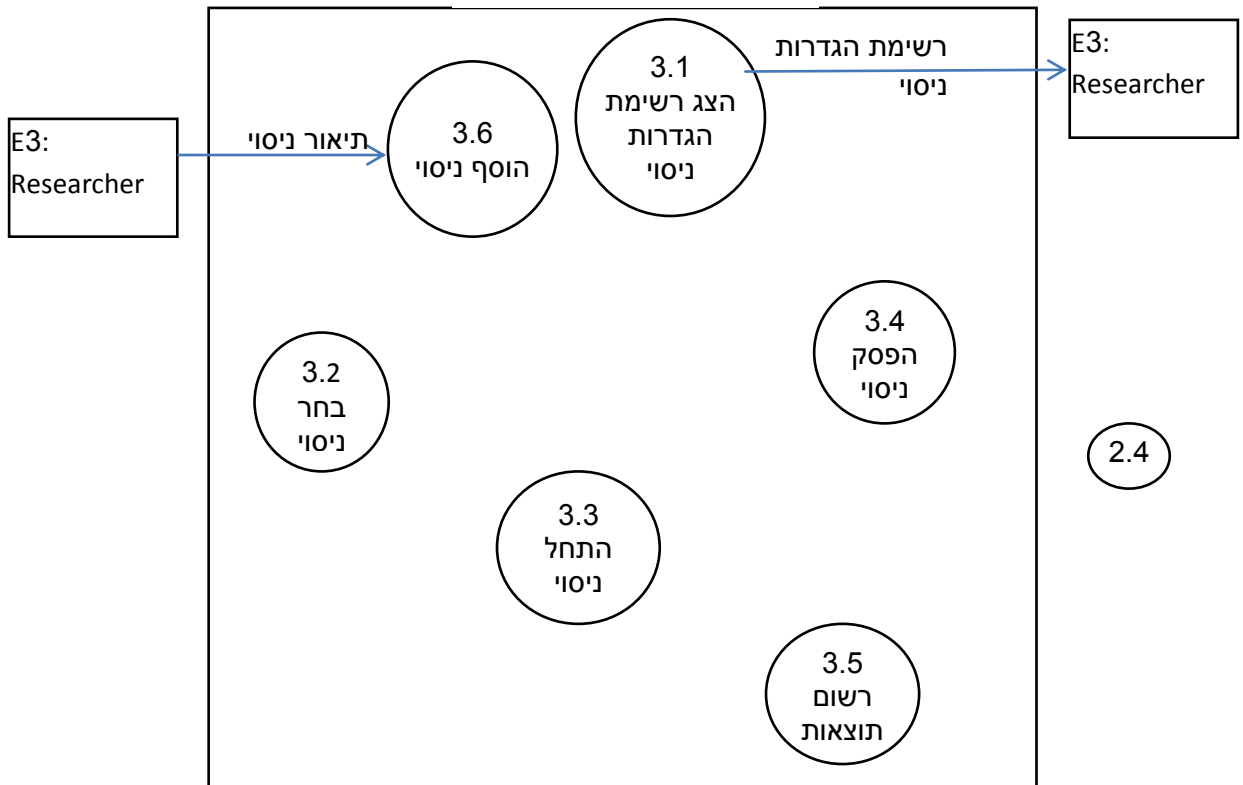
זיהוי	שם	סוג
1	ניהול פרופילים	כללית
2	הפעלה	כללית
3	ניסויים	כללית

מאגר D3 הוא מאגר זמני (volatile) שמנוהל בזיכרון וקיים אך ורק במהלך פעולת המערכת.

הפעלה DFD-2

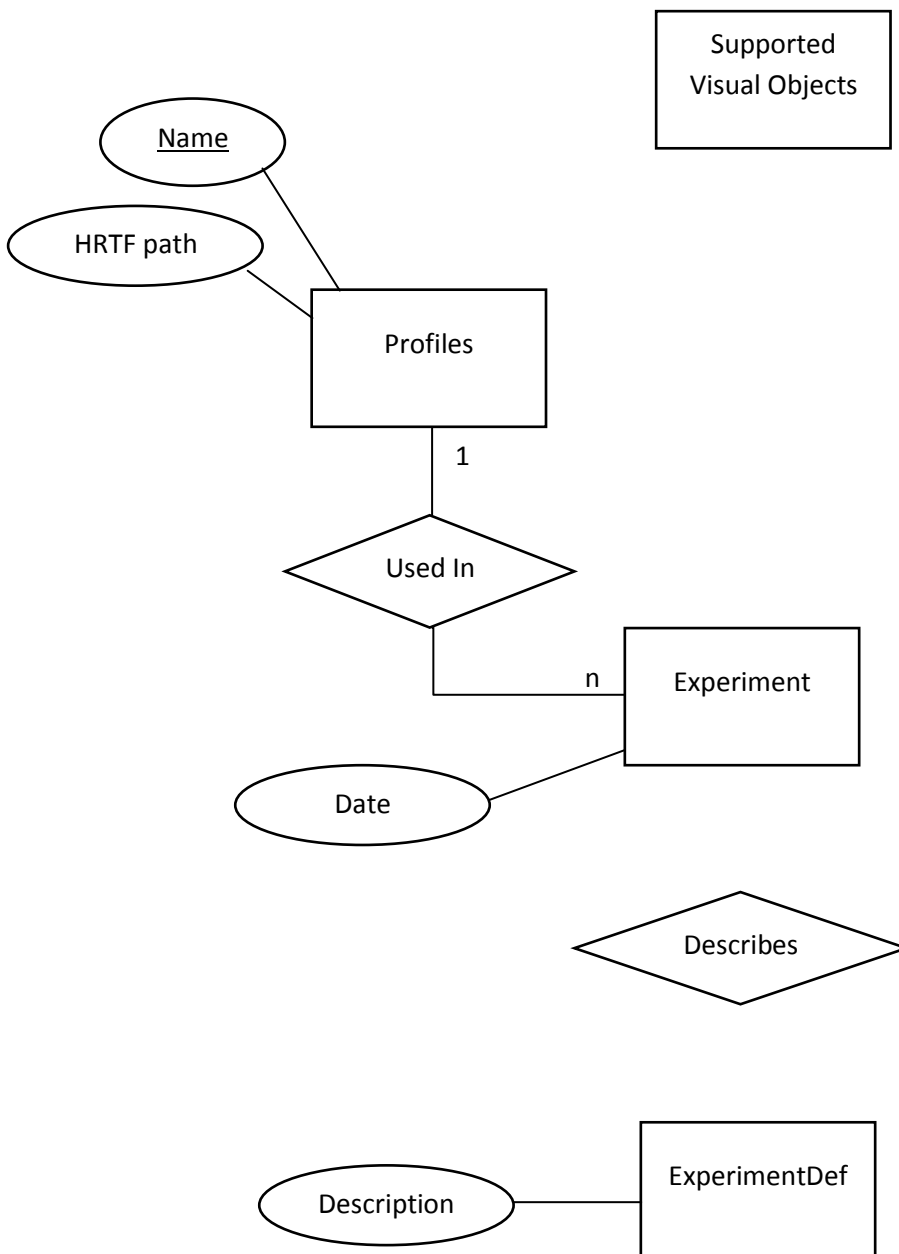


ניסויים DFD-3



4.2 Entity-Relationship Diagram (10pt)

9. (10 נק) השלם את תרשים ה-ERD. דאג לכך שבסיס הנתונים יהיה מנורמל. מומלץ לבצע איזון מאגרי מידע ונרמול בסיס הנתונים במחברת טיוטה.



5 Static System Analysis (18pt)

דני החליט על ארכיטקטורה שבה לכל קומפוננט ראשי של המערכת יש מחלקה שמנהלת אותו ומטפלת בכל האירועים של ממשק משתמש כגון: לחיצות כפתורים, הזנות, וכו'. כמו כן, המחלקה מעדכנת את הממשק אם יש צורך. דני רוצה לשמור על הפרדה מוחלטת בין ממשק משתמש לבין הלוגיקה של המערכת ולכן אף מחלקה במערכת אשר איננה מוגדרת בפירוש כממשק משתמש לא תכיל אלמנטים של GUI.

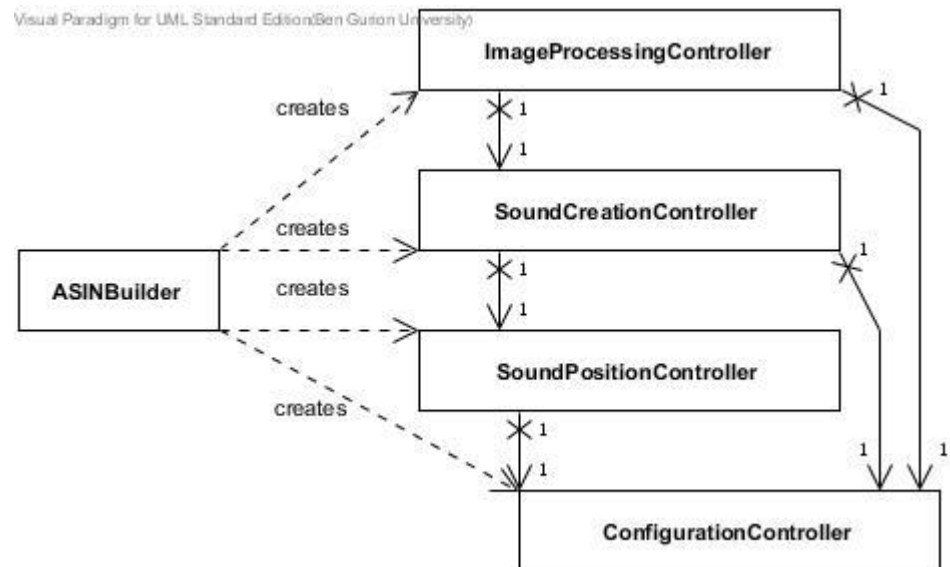


Figure 3 Manager classes

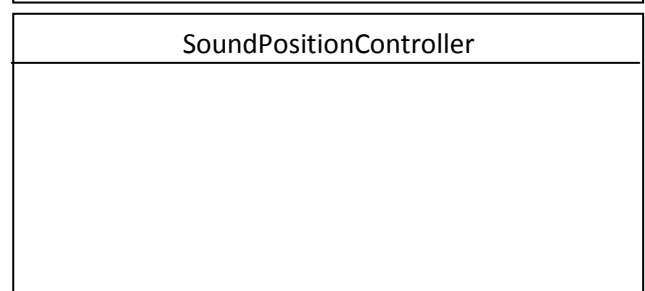
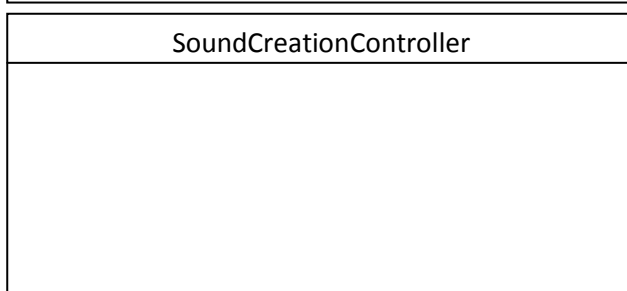
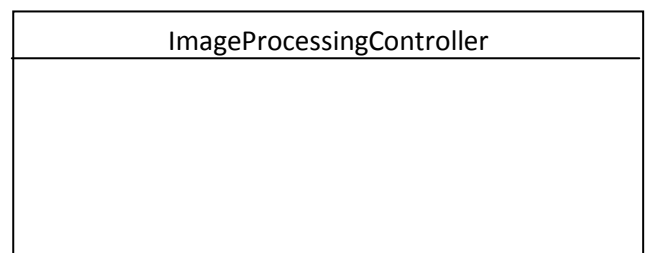
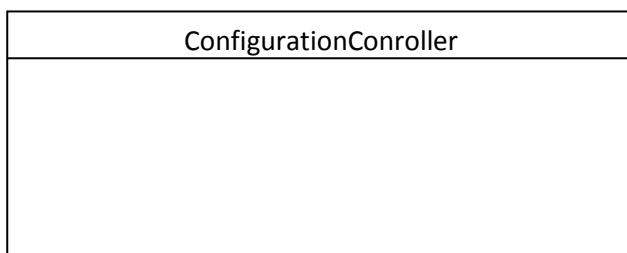
?

10. (6 נק)

א. (2 נק) מהו התפקיד המתאים ביותר של כל המחקות המנהלות (הקף את התשובה הנכונה)?

- a. Façade Controllers
- b. Use Case Controllers
- c. Role Controllers
- d. Composite Controllers

ב. (4 נק) אסוציאציות בין ה-controllers ימומשו בעזרת שדות מצביעים (pointers). השלם את כל הפרטים ההכרחיים (עם דגש על שדות ובנאים) על מנת ש-ASINBuilder יבנה את האובייקטים של ארבעת המחלקות בצורה נכונה.





11. (12 נק) דני צריך עזרה בהגדרת הקשרים בין מחלקות VisualObjectDef, SoundDef, Profile. (3 נק) הראה כיצד ניתן להשתמש ב Association class (השלם בתרשים):

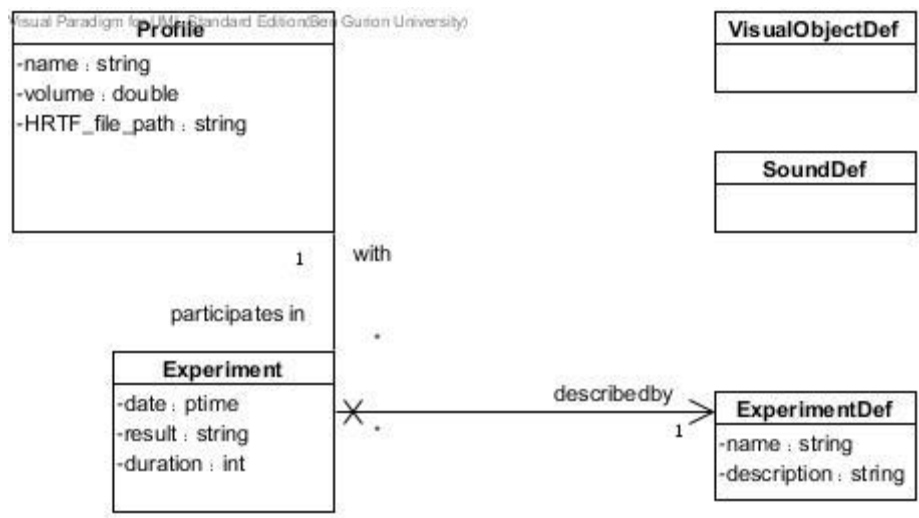


Figure 4 Experiment and Profile

ב. (3 נק) הראה כיצד ניתן להשתמש ב n-ary association (השלם בתרשים):

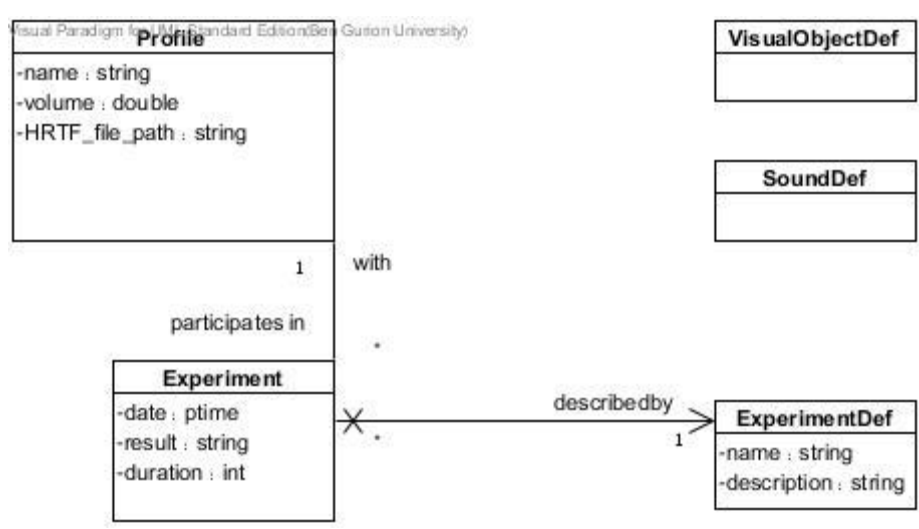


Figure 5 Experiment and Profile

ג. (1 נק) כתוב אילוץ האומר שפרופיל עם HRTF_file_path ריק לא ישתתף בניסוי.

Context: Experiment
Invariant:

ד. (5 נק) עבור התרשים בסעיף ב. כתוב אילוץ האומר שפרופיל ללא הגדרות אובייקטים וויזואליים לא ישתתף בניסוי.

Context: Profile
Invariant:

6 Behavioral Analysis (46pt)

6.1 Sequence diagrams (26pt)

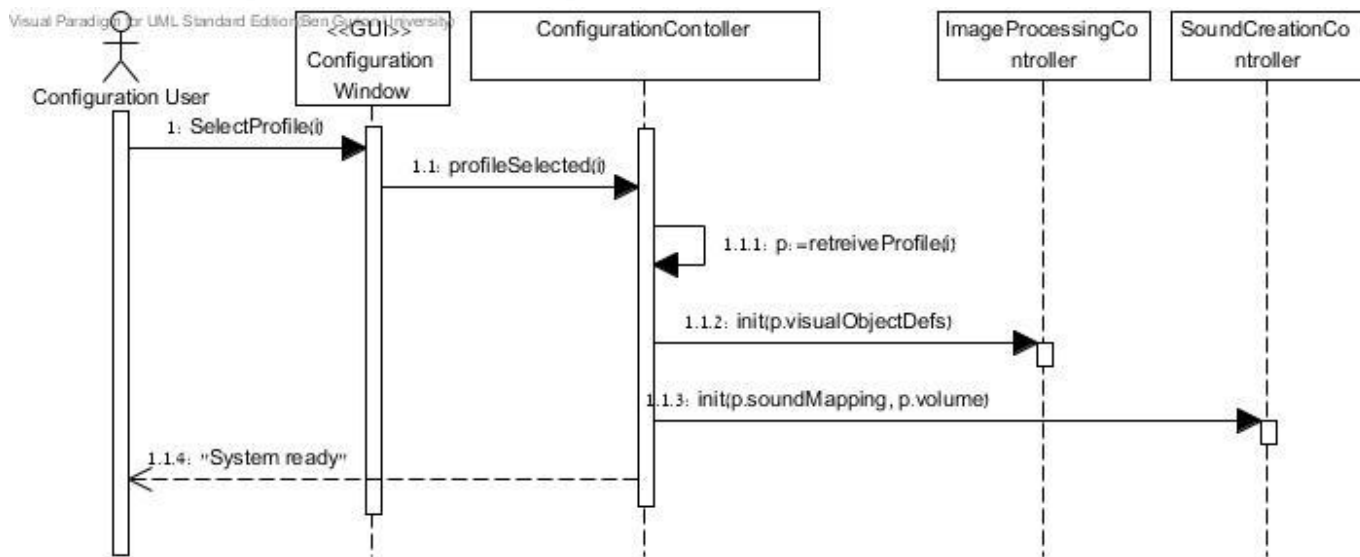


Figure5 Profile selection at system startup

12. (14 נק)



א. (5 נק) מהן הבעיות בתרשים ? Profile selection at system startup

ב. (9 נק) צייר תרשים מתוקן מטה.



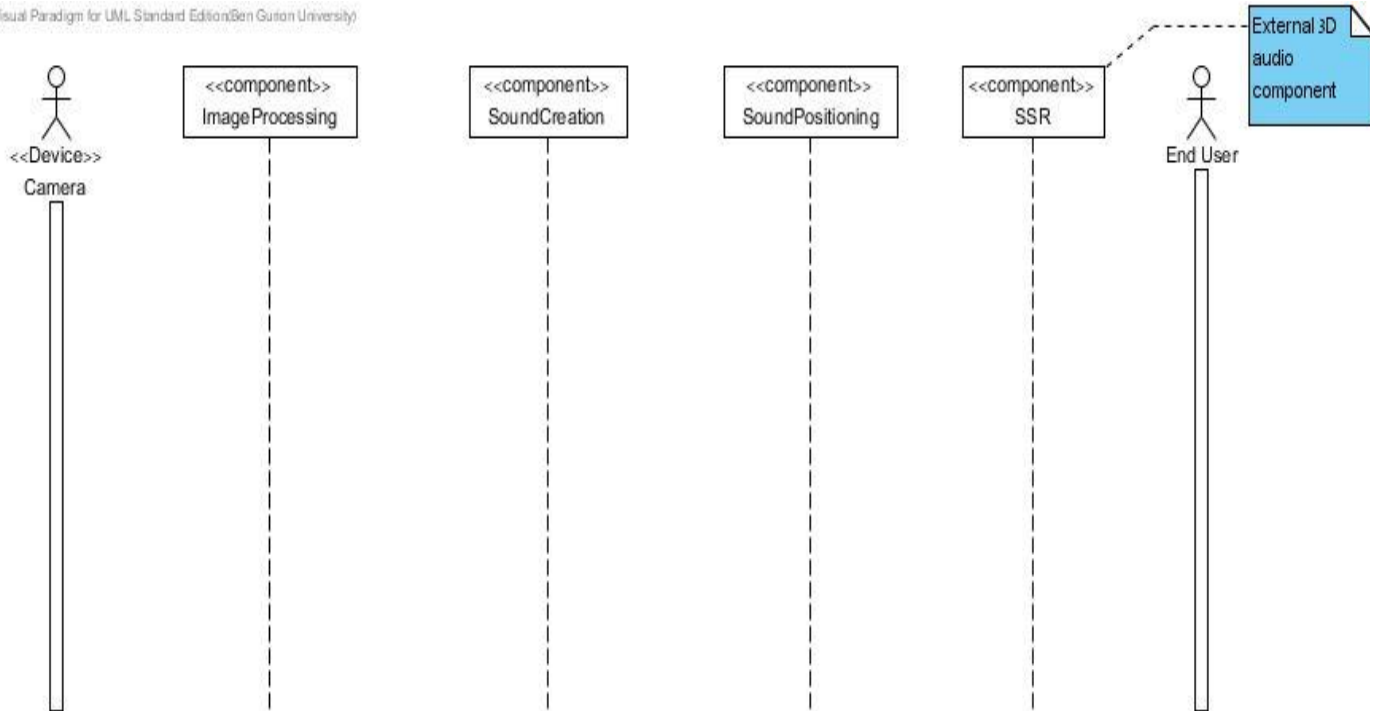
13. (12 נק) בדיאגרמה הבאה דני רוצה לתאר את תהליך ה-sensory substitution:

קומפוננט ImageProcessing מקבל זרם של תמונות (frames) מהמצלמה. כל תמונה מועבדת ע"י ImageProcessing במקביל להגעה של תמונות חדשות ותוצאת העיבוד (objects, positions) נשלחת ל-SoundCreation. עבור כל האובייקטים ש-ImageProcessing גילה בתמונה, SoundCreation מייצר צליל מתאים ומעביר אותו יחד עם נתוני מיקום של האובייקט בתמונה ל-SoundPositioning. בתורו SoundPositioning מחשב את מיקום האובייקטים יחסית לראש של המשתמש (מתרגם מיקום בפיקסלים למיקום במטרים יחסית לראש) ומורה ל-SSR לנגן את הצלילים המתאימים במיקומים המתאימים. כל שלושת הקומפוננטות פועלות במקביל אחת לשנייה. ניתן לראות התנהגות זו גם במכונת המצבים שמופיעה בשאלה הבאה.

לצערנו, שכח דני כיצד לתאר הודעות אסינכרוניות ב-Sequence Diagram כלומר הודעות שנשלחות במקביל ושליחתם לוקחת זמן. שתי תכונות אלו חשובות לתיאור נכון של התהליך.

השלם את הדיאגרמה שמופיעה מטה לפי התיאור הנ"ל.

Visual Paradigm for UML Standard Edition © Ben Gurion University



6.2 States (20pt)



14. (20 נק) עזור לדני להשלים את מכונת המצבים בעמוד הבא.

- א. (2 נק) דני רוצה שמשנתנה time יציין כמה זמן שוהה המערכת במצב Experiment is running.
- ב. (2 נק) השלם את מכונת המצבים כך ש-Sensory Substitution יפעל ויפסיק יחד עם שעון העצר.
- ג. (3 נק) הוסף תמיכה ב 8.b של UC-2: Perform Experiment. הנח כי קיים כפתור Finish שמסיים סידרה של ניסויים וכפתור Next שגורם למערכת לעבור לניסוי הבא.
- ד. (3 נק) האם יתכן כי ה-videoBuffer יתנפח ויגרום לניצול יתר של זיכרון? _____ . הסבר:

דני רוצה להוסיף אפשרות של השהייה בביצוע הניסוי ע"י שימוש בכפתורים Continue-ו Pause בעת לחיצה על כפתור Pause גם שעון העצר וגם Sensory Substitution יפסיקו ובעת לחיצה על Continue ימשיכו מאותו מצב בדיוק.

- ה. (8 נק) הראה לדני כיצד מוסיפים את האפשרות הנ"ל.
- ו. (2 נק) האם זאת אפשרות טובה – עושה את המערכת לנוחה יותר לשימוש לכל המשתמשים או רעה—פוגעת בשימושיות המערכת. הסבר בקצרה.

