

בחירת ממליצים במערכות שיתוף ידע

יובל דן-גור

yuvaid@gsb.haifa.ac.il

המרכז לחקר חברת המידע, בית הספר לניהול
אוניברסיטת חיפה

המחקר עוסק במערכות שיתוף ממוחשבות (computerized collaborative systems) מסוג "מערכות המלצה" (recommender systems) ובחינת התאמת שימוש בהמלצות מורים ותלמידים למבקשי המלצות. אנו הצגנו "קבוצת חברים" המתארת תת-קבוצה של 'שכנים' שלמשתמש יש יכולת השפעה על קביעת מאפייני המשתתפים בה. מחקרנו מציג שלושה ממצאים עיקריים: הממצא ראשון, כתוצאה של ניתוח עיתי, מדגים נטיית משתמשים לבחור ב'קבוצות חברים' על פני 'קבוצות שכנים'. ההסתברות לנטייה זו גדלה ככל שכמות ההמלצות המבוקשות במערכת עולה. הממצא השני מראה עדיפות מובהקת ליחס קבלת המלצות כאשר מקורן הינו ב'קבוצות חברים' לעומת יחס קבלת המלצות שמקורן ב'קבוצות שכנים'. בנוסף, אותם פריטי ידע, התקבלו באופן מובהק יותר כשהומלצו על ידי 'חברים' מאשר כשהומלצו על ידי 'שכנים'. ההפרש ביחס קבלת ההמלצות גדל עבור פריטים המומלצים באופן תכוף יותר. הממצא השלישי מראה שבחירת הכללת קבוצתו של מבקש ההמלצה הייתה המאפיין החשוב ביותר למשתמשים לקבוע בקבוצת הממליצים. רוב מבקשי ההמלצות, ללא קשר לתפקידם (מורה או תלמיד) ביקשו המלצות מ"מורים" ולא מ"תלמידים". הנתונים שבידינו לא היו מספקים לניתוח מקיף של הנטייה לבחירת מאפיין הציון היחסי אך נוכחנו שבמחצית מהמקרים נבחרו לקבוצת הממליצים בעלי "ציונים גבוהים משלי" ובמחצית האחרת נבחרו בעלי "ציונים דומים לשלי".

מבוא

המחקר עוסק במערכות שיתוף ממוחשבות (computerized collaborative systems) מסוג "מערכות המלצה" (recommender systems). הייעוד העיקרי של מערכת המלצה הינו להמליץ למשתמש, באופן מותאם-אישית (personalized), על פריטים ישימים עבורו (לפי העדפותיו בעבר) מתוך מאגר גדול של אפשרויות. למרות שתחום מערכות ההמלצה התפתח מאד בעשור האחרון והפך לחלק בלתי נפרד מאתרי מסחר אלקטרוני רבים, הרי התחום עדיין נחשב, אקדמית, בשלב ההתהוות (formation), לדוגמה: חסרים מדדי ביצועים אחידים ומוסכמים להשוואת מערכות ובסיסי נתונים מקובלים למבחנים כאלו.

הבסיס למערכת המלצה הינו **אלגוריתם "השכנים הקרובים ביותר"** (nearest neighbors' algorithm). 'קבוצת השכנים' הינה האוכלוסייה אשר טעמיה והעדפותיה דומים לאלו של 'מבקש ההמלצה' (recommendation seeker), ועל בסיס קרבה זו ה'שכנים' נחשבים כ'ספקי המלצות' (recommendation providers) מתאימים עבור אותו מבקש המלצה, נכון לאותה נקודת זמן.

קבוצות 'שכנים' ו'חברים' במערכות המלצה

סקירת הספרות שביצענו הדגימה מרחב גדול של מגבלות וחולשות שדווחו כניסיון מעשי של שימוש במערכות המלצה: מבקשי המלצות מייחסים למערכת ההמלצה תכונות של "אוראקל ממוחשב"

(computerized oracle) – מעין "קופסה שחורה" המספקת המלצות לפי דרישה לכל דורש וללא מעורבות מבקש ההמלצה; דלילות הנתונים בכלל (data sparseness), וכמות הדרוגים (ratings) בפרט, נמוכה יחסית למימדים הכמותיים של משתמשים/פריטים במערכת; נמצא שמערכות המלצה מצליחות בעיקר בתחומי פריטים "נמוכי-סיכון" ('low-risk' items) וכן נמצא שהטעם האנושי (human taste) אינו יציב ויכול להיות מושפע, לדוגמה, ממבנה מסכי המערכת.

המחקר הקיים מתרכז ברובו בכל ממצא באורח נפרד ועל כן מחקרים רבים מוקדשים למגבלות ייעודיות, לדוגמה: לאלגוריתמים, למדדי ביצועים, לאפיוני פרופיל מבקש ההמלצה ולשקיפות המערכת. אנו, לאחר סקירת היבטים חברתיים והתנהגותיים השימיים למתן המלצות וקבלתן, הגענו למסקנה שתהליך ההמלצה "הממוחשב" לוקה במגבלות רבות בהשוואה להמלצות "בעולם האמיתי". במחקרנו בחרנו להתרכז במעורבות מבקש ההמלצה בתהליך ההמלצה בכלל, ובהתהוות קבוצת הממליצים, בפרט. הצענו את המינוח 'קבוצת חברים' (friends group) כתחליף למושג המקובל של 'קבוצת שכנים' (neighbors group). 'קבוצת חברים' הינה תת-קבוצה של 'קבוצת השכנים' שאינה תלויה רק בדמיון ההעדפות לאלו של מבקש ההמלצה אלא ניחנה בשני מאפיינים ייחודיים: האחד, מבקש ההמלצה מעורב בגיבוש קבוצת הממליצים, והשני, מבקש ההמלצה שולט על תכונות ה"סף" הנדרשות מחברי קבוצה זו. ההיבט השני שתואר הינו בהתאמה ל"תיאורית ההשוואה החברתית" (Social Comparison Theory) ומחקרי המשך שלה המדגימים ש'שכנים' (דומים בהעדפות) ישימים לתחומים "נמוכי-סיכון" אך 'חברים' (דומים במאפיינים אישיים ואישיותיים) ישימים יותר לתחומים "גבוהי-סיכון".

שאלות המחקר

שאלת המחקר הראשונה שלנו נוסחה כמחקר אורך (longitudinal research) והתייחסה לנטיית העדפות מבקשי ההמלצות: האם יטו להעדיף מעורבות בתהליך ההמלצה או שמא יעדיפו קבלת המלצות מ"קופסה שחורה" (Herlocker, Konstan & Riedl, 2000). שאלת המחקר השנייה בחנה את נטייתם של מבקשי ההמלצות להציג התנהגויות המקובלות בעולם "האמיתי" ובפרט כאלו התואמות את "תיאורית ההשוואה החברתית" (Festinger, 1954). שאלת המחקר האחרונה בחנה את המאפיינים שמבקשי ההמלצות בחרו עבור חברי 'קבוצת החברים' (Chapman & Volkman, 1939). המוטיב המרכזי שהצגנו הינו שמשמשים יעדיפו שליטה ומעורבות בתהליך ההמלצה כמו בחייהם "האמיתיים", ובפרט מעורבות בגיבוש קבוצת הממליצים. הנחנו שההעדפה זו תתבטא ביחס קבלה גבוה יותר של פריטים מומלצים (recommended items) כאשר ההמלצות יגיעו מ'קבוצת החברים' אשר מבקש ההמלצה מעורב בהתהוותה. בנוסף, הנחנו שמבקש ההמלצה יבחר עבור חברי קבוצת הממליצים ("חברים") תכונות דומות לשלו. ניסחנו בהתאם שלוש השערות מחקר:

- H_1 : מבקשי המלצות יטו להעדיף 'קבוצת חברים' מבוקרות על ידם על פני 'קבוצת שכנים' אוטומטיות, המותאמות ע"י המחשב בלבד.
- H_2 : המלצות שמקורן ב'קבוצת חברים' תתקבלנה יותר באופן מובהק על ידי מבקשי ההמלצות מאשר המלצות שמקורן ב'קבוצת שכנים'.
- H_3 : מבקשי המלצות יבחרו 'חברים' הדומים להם בתכונותיהם עבור קבוצת הממליצים.

שיטת המחקר

כלי המחקר שלנו היה מערכת "קושייה" (QSIA at: <http://www.qsia.org>), מערכת שיתופית (collaborative system), חופשית לשימוש ברשת האינטרנט ומבוססת ג'אווה עבור ניהול, יצירה, יישום והמלצה של פריטי ידע (knowledge items) ללימוד. המערכת פותחה במרכז לחקר חברת המידע בתמיכת המכון ליישומים בין תחומיים של מדעי המחשב מיסודה של קרן קיסריה על שם הברון אדמונד בנימין דה-רוטשילד באוניברסיטת חיפה. "קושייה" מאפשרת לנהל מבחנים ואירועי לימוד מקוונים ברשת האינטרנט וכוללת מספר מודולים, ביניהם מודול המלצות לאיתור פריטי ידע ישימים ומותאמים-אישית למשתמש (מורה או תלמיד). פיתחנו "מודל רעיוני" (conceptual model) המתאר בצורה תהליכית את יחסי הגומלין (אינטראקציה) בין מערכת "קושייה" לבין מבקש המלצה. המערכת תומכת בגישת 'המלצות שכנים' המקובלת (כברירת מחדל) וגם בגישת 'המלצות חברים' – לפי בחירת מבקש ההמלצה. אם המשתמש בחר בגישת ה'חברים', ביכולתו לקבוע את המאפיינים הבאים לחברי קבוצת הממליצים: קבוצת לימוד/חוגים, רמת ציונים יחסית ותפקיד מורה/תלמיד (בחירת המאפיינים אינה בגדר חובה). מערכת "קושייה" ראויה לציון בשלושה היבטים לפחות: למיטב ידיעתנו זו מערכת ההמלצה הראשונה המאפשרת מעורבות משתמש בתהליך התהוות קבוצת הממליצים במערכת שיתוף אוטומטית (automated collaborative filtering system), "קושייה" הינה אחת מהמערכות הבודדות המעודדת יישום ושימוש מידיים בתוצרי ההמלצות כשלב הטבעי הבא לאחר קבלת ההמלצות, בהיותה גם המערכת לשימוש בפריטי הידע (אירועי לימוד ובחינה למשל). בנוסף, "קושייה" משלבת מערכת המלצות עם תחום ייחודי: פריטי לימוד מרחוק ומשימות לימודיות מקוונות, תחומים שאינם "טבעיים" למערכות המלצה המיושמות בדרך כלל לתחומי בידור, מסחר אלקטרוני וחדשות.

ביצענו מחקר שדה במשך כשנתיים באמצעות כלי המחקר שלנו: יישמנו את מערכת "קושייה" בעשרה קורסים וחוגים במוסדות שונים. בעת תחילת ניתוח הנתונים (יולי 2004), בסיס הנתונים ויומני הרישום (system logs) של "קושייה" הכילו כ-31,000 רשומות של חיפוש פריטים, 3,000 משתמשים (רובם ככולם סטודנטים), 10,000 פריטי ידע (רובם מתחום הרפואה הפתולוגית), 3,000 דרוגים (ratings) שניתנו על ידי כ-300 משתמשים וכ-30 תחומי ידע ושדות שונים. רק כשלושה אחוזים מהיקפי הנתונים הללו היו ישימים לניתוח שלנו בנושא המלצות: 895 בקשות המלצה שנתקבלו מ-108 משתמשים. שאר המידע נגע לחיפוש עצמאי (self-browsing) שהינו מעבר לגבולות המחקר הנוכחי.

המשתנים התלויים העיקריים שלנו היו: "מקור ההמלצה" (SoR-Source of Recommendation) היכול לקבל אחד משני ערכים, 'קבוצת חברים' או 'קבוצת שכנים'; יחס הקבלה והדחייה של הפריטים המומלצים בכל מתן המלצה על ידי מבקש ההמלצה; מאפייני חברי 'קבוצת החברים' שמבקש ההמלצה בחר (מתוך קבוצה/חוג, רמת ציונים ותפקיד מורה/תלמיד). **המשתנים הבלתי תלויים** שלנו היו "מקור ההמלצה" (להשערות המחקר השנייה והשלישית), והמספר המונה לבקשת ההמלצה (recommendation-seeking instance number). **אותו משתנה, "מקור ההמלצה", שימש בהשערה הראשונה כמשתנה תלוי שכן בדיקתנו היתה לגבי בחירת קבוצת הממליצים עם רכישת הניסיון, בעוד שבהשערה השנייה, פעם שכבר נבחרו הממליצים ('קבוצת חברים' או 'קבוצת שכנים') בדקנו את מידת הקבלה והדחייה של ההמלצות שהומלצו ואז המשתנה הנ"ל שימש כמשתנה בלתי תלוי.** הצענו **השערות מחקר אלטרנטיביות** המבוססות בספרות לגבי העדפות הבחירה של "תפקיד" ב'קבוצת החברים' (העדפה לבחירת "מורה" עקב סמכותו ותפיסתו כמוקד ידע על ידי התלמידים) והעדפות

הבחירה של "רמת הציונים" (בחירת "קבוצת הייחוס" כקבוצה עם ציונים גבוהים משל מבקש ההמלצה). השיטות והמבחנים הסטטיסטיים העיקריים בהם השתמשנו היו מבחן וילקוקסון (Wilcoxon) למדגמים מזווגים – עקב חוסר יכולתנו להניח שהתנהגות המשתמש מפולגת נורמאלית (בעיקר להשערה H_2), רגרסיה לוגיסטית לניתוח קבלה/דחייה של המלצות (דיכוטומי), הרחבת מודל GEE לרגרסיה לוגיסטית לניתוח מידע בינארי תלוי סטטיסטית עבור ניתוח התנהגות עיתית של אותו משתמש ומבחני "ריצה" (Runs tests) לבדיקת שינויים בדפוסי אקראיות התנהגות המשתמשים (בעיקר להשערה H_1). השערת המחקר הראשונה שלנו נבחנה הן בגישת ניתוח עיתי (longitudinal analysis) והן בניתוח רוחב (cross-sectional analysis).

ממצאים

H_1 : תוצאות הניתוח העיתי מדגימות שמשתמשים מפתחים נטייה לבחור ב'קבוצות חברים' על פני 'קבוצות שכנים'. ההסתברות לנטייה זו גדלה ככל שכמות ההמלצות המבוקשות במערכת עולה.

H_2 : הצגנו עדיפות מובהקת ליחס קבלת המלצות כאשר מקורן הינו ב'קבוצות חברים' לעומת יחס קבלת המלצות שמקורן ב'קבוצות שכנים'. בנוסף, אותם פריטי ידע, התקבלו באופן מובהק יותר כשהומלצו על ידי 'חברים' מאשר כשהומלצו על ידי 'שכנים'. ההפרש ביחס קבלת ההמלצות גדל עבור פריטים המומלצים באופן תכוף יותר.

H_3 : בחירת הכללת קבוצתו של מבקש ההמלצה הייתה המאפיין החשוב ביותר למשתמשים לקבוע בקבוצת הממליצים. רוב מבקשי ההמלצות, ללא קשר לתפקידם (מורה או תלמיד) ביקשו המלצות מ"מורים" ולא מ"תלמידים". הנתונים שבידינו לא היו מספקים לניתוח מקיף של הנטייה לבחירת מאפיין הציון היחסי אך נוכחנו שבמחצית מהמקרים נבחרו לקבוצת הממליצים בעלי "ציונים גבוהים משלי" ובמחצית האחרת נבחרו בעלי "ציונים דומים לשלי".

דיון

ההיבט החדשני בממצאינו הינו הקשר בין האיכות הנתפסת של ההמלצות כפי שהיא מתבטאת באופן השימוש בהן, לבין מעורבות מבקש ההמלצה בתהליך, ובפרט בהתהוות קבוצת הממליצים. סקרנו את המתאם בין ממצאי מחקר זה לממצאי מחקרים קודמים והצגנו מחקרים מתחומים מגוונים שניתן לקשר את ממצאיהם לממצאינו, ובמיוחד בהיבטים הנוגעים לקבלת עזרה ויעוץ ממערכת ממוחשבת, יחסי גומלין אדם-מחשב (HCI), שקיפות מערכות, ישימות תיאוריות חברתיות לגבי מחשבים ואופי הטעם האנושי. ממצאינו יכולים להיות בעלי עניין למחקרי המשך בין-תחומיים בנושאי מערכות שיתוף ידע תוך גישור על הפער שבין "אוראקל ממוחשב" לבין התנהגות אנושית. מחקר כזה יערב, קרוב לדאי, קישור של תיאוריות התנהגותיות לשיתוף ממוחשב, הערך הנתפס של המלצה ומשמעות כלכלית ליחס קבלה גבוה יותר של המלצות.

למחקרנו מגבלות רבות, בנוסף לאלו הידועות מראש של כל מחקר שדה. המגבלה החשובה ביותר לציון בראייתנו הינה חוסר הצלחתנו למצוא ולאחר מחקר שדה דומה בר-השוואה למחקר זה. בנוסף ראויות לציון המגבלות הבאות:

- שיטת המחקר – לא חקרנו את מניעי המשתמשים להתנהגותם אלא אספנו נתונים על המשתנים התלויים והסקנו לגבי העדפות המשתמשים,

- **כלי המחקר** – מערכת "קושייה" – איננו בר השוואה למערכות המלצה אחרות ומאפייני קבוצת החברים הניתנים לבחירה בה, מוגבלים (רמת ציונים יחסית, קבוצה ותפקיד),
- **רלוונטיות המידע שנצבר** – רק מיעוטו היה ישים למחקרנו ואוכלוסיית המחקר הייתה הומוגנית (ברובה סטודנטים ומרצים באקדמיה).

הצענו שאלות למחקר עתידי שעלו מתוך ממצאי מחקר זה ונוגעות לתחומים הבאים: מניעים התנהגותיים, קשר בין נטייה מוצהרת להתנהגות בפועל, תכנון מערכות המלצה, יחסי גומלין אדם-מחשב וקבלת ייעוץ והמלצה ממכונה ממוחשבת. עיקרי השאלות:

- מה הגורמים המשפיעים על בחירת מאפייני קבוצת השכנים?
- האם ממצאינו ניתנים לאישוש והרחבה בתחומי משתמשים ופריטים אחרים?
- מה מאפיין מערכות המלצה עם מתאם דרוג/התנהגות גבוה?
- כיצד ניתן לתכנן מערכת המלצות כך שתתרום לעקומת לימוד חדה בשימושיות שלה?
- בחינת המתאם בין איכות ההמלצות ה"סובייקטיבית" (שנמדדה במחקר ע"י שימושיות אקטיבית של המשתמש בהמלצות שקיבל) לבין איכותן ה"אובייקטיבית" (דרוג המשתמש את אותם פריטים).

סיכום

מחקרנו הדגים קשר בין רמת הקבלה של המלצות על ידי מבקשי ההמלצות לבין קבוצת הממליצים ש"סיפקה" את ההמלצות ומעורבות מבקש ההמלצה בהתהוות קבוצה זו. ראינו שההבדל בין יחס קבלה ודחייה של המלצות כאשר מקורן של ההמלצות היה ב'קבוצת חברים' שהצענו ופיתחנו, גדול באופן מובהק מאשר במקרה שקבוצת הממליצים הינה 'קבוצת השכנים' המקובלת. ההפרש גדל הן עבור פריטים המומלצים באופן תכוף יותר ביחס לפריטים אחרים והן עבור משתמשים "מנוסים" המבקשים הרבה יותר המלצות בהשוואה לאחרים. הממצא האחרון מתאים גם לתוצאות הניתוח העיתי שביצענו ומציג עקומת לימוד חיובית של המשתמשים הנוטים לרכוש נטייה להעדיף 'קבוצת חברים' על פני 'קבוצת שכנים' ככל שניסיונם במערכת גדל. כמו כן, משתמשים בחרו להעדיף את קבוצתם שלהם להשתתף ב'קבוצת החברים' המייצרת המלצות, על פני קבוצות אחרות באופן מובהק. המלצות ממורים הועדפו על פני המלצות מתלמידים באופן גורף, למרות שרוב מבקשי ההמלצות היו תלמידים.

המסקנה מממצאים אלו הינה שבמערכות המשלבות המלצות ראוי שלמבקשי ההמלצות תהיה מעורבות בתהליך יצירת קבוצת הממליצים, ובעיקר בבחירת תכונות הממליצים. הפן של השפעה על קבוצת הממליצים מעלה לפי ממצאינו את יחס קבלת ההמלצות אל מול דחייתן. בעידן בו מערכות המלצה נפוצות מאד וצפויות להיות הכרחיות עוד יותר בעידן בו נפח המידע הזמין עולה, השפעה זו על יחס קבלת ההמלצות הינה מהותית.

ביבליוגרפיה

- Arrow, K. (1963). *Social Choice and Individual Values* (2nd Ed.). New York: Wiley.
- Avery, C., Resnick, P., & Zeckhauser, R. (1999). The market for evaluations. *The American Economic Review*, 89(3), 564-584.
- Bacon, L. D. (1995). Linking attitudes and behavior - summary of literature. Paper presented at the American Marketing Association/Edison Electric Institute Conference, Chicago, IL.
- Barak, M. & Rafaeli, S. (2004). Online question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning, *International Journal of Human-Computer Studies*, 61(1), 84-103.
- Beenen, G., Ling, K., Wang, X., Chang, K., Frankowski, D., Resnick, P. & Kraut, R. (2004). Using social psychology to motivate contributions to online communities. *CSCW'04: Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. 212-221. NY: ACM Press.
- Belkin, N. J. (2000). Helping people find what they don't know. *Communications of the ACM*, 43(8), 59-61.
- Beller, M. (1997). Integrating technology into distance teaching at the Open University of Israel. *ALN Magazine*, March 1997, 1, [Online]. Available: <http://www.aln.org/alnweb/magazine/issue1/beller.htm#1>.
- Bollacker, K., Lawrence, S., & Giles, L. (1999). *A System for Automatic Personalized Tracking of Scientific Literature on the Web*. Paper presented at the Digital Libraries 99 - The Fourth Conference on Digital Libraries.
- Byrne, D. (1965). Attitudes and attraction. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, 4, 35-89. New York: Academic Press.
- Chapman, D. W. & Volkman, J. (1939). A social determinant of the level of aspiration. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 34, 225-232.
- Cleverdon, C., Mills, J., & Keen, M. (1966). Factors Determining the Performance of Indexing Systems. ASLIB Cranfield Research Project. Cranfield, U.K.
- Cosley, D., Lam, S. K., Albert, I., Konstan, A. J. & Riedl, J. (2003). Is seeing believing?: how recommender system interfaces affect users' opinions. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Ft. Lauderdale, Florida, 5(1), 585-592. New York: ACM Press.
- Delgado, J., Ishii, N., & Ura, T. (1998). Intelligent collaborative information retrieval actively learning to classify and recommend documents. In *Proceedings of Artificial Intelligence (IBERAMIA'98)*. Lecture Notes in Artificial Intelligence Series No. 1484, 170-182.
- Dijkstra, J. J. (1999). User agreement with incorrect expert system advice. *Behaviour and Information Technology*, 18(6), 399-411.
- Dijkstra, J. J., Liebrand, W. B. G., & Timminga, E. (1998). Persuasiveness of expert systems. *Behaviour and Information Technology*, 17(3), 155-163.
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7, 114-140.

- Festinger, L., Pepitone, A., & Newcomb, T. (1952). Some consequences of de-individuation in a group. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 47, 382-389.
- Fogg, B. J., & Tseng, H. (1999). The elements of computer credibility. In *Proceedings of CHI '99*, Pittsburgh PA, 80-87. ACM Press.
- Freedman, S. G. (1998). Asking software to recommend a good book. *The New York Times*, 1998, June 20.
- Gates, C. S., Aggarwal, C. C., & Maglio, P. (1999). Recommender Systems: Knowledge from Mining User Experiences (RC21447): IBM Research.
- Goethals, G., & Darley, J. M. (1977). Social Comparison Theory: An attributional approach. In J. M. Suls & R. L. Miller (Eds.), *Social comparison processes: Theoretical and empirical perspectives*, 259-278. Washington, DC: Hemisphere.
- Gregor, S. (1992). Explanations and communication of knowledge from computer to human. *Proceedings of OZCHI92 CHISIG Annual Conference*, Gold Coast, 193.
- Harvey, N., & Harries, C. (1999). Using Advice and assessing its usefulness. In J. F. Nunamaker (Ed.), *Collaboration Systems and Technology*. Piscataway, N.J.: IEEE Publications.
- Hearst, M. A., & Grudin, J. (1999). The changing relationship between information technology and society - Has the ice man arrived? Tact on the Internet. *IEEE Intelligent Systems & Their Applications*, 14(1), 8-15.
- Herlocker, J., Konstan, J., & Riedl, J. (2000). Explaining collaborative filtering recommendations. In *proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work (2000)*, 241-250.
- Herlocker, J., Konstan, A. J., Terveen, G. L. & Riedl, J. (2004). *Transactions on Information Systems. Communications of the ACM*, 22(1), 5-53. New York: ACM Press.
- Im, I., & Hars, A. (2001). Finding information just for you - The effectiveness of a personalization technology across different domains, user groups and search mode. Paper presented at the ICIS 2001, New Orleans.
- Jungermann, H. (1999). Advice Giving and Taking. Paper presented at the HICSS 99', Hawaii.
- Konstan, J., Miller, B. N., Malt, D., Herlocker, J., Gordon, L. R., & Riedl, J. (1997). GroupLens: applying collaborative filtering to Usenet news. *Communications of the ACM*, 40(3), 77-87.
- Kraut, R., Patterson, M., Lundmark, V., Kiesler, S., Mukopadhyay, T., & Scherlis, W. (1998). Internet paradox - A social technology that reduces social involvement and psychological well-being? *American Psychologist*, 53(9), 1017-1031.
- Lerch, F. J., & Prietula, M. J. (1989). How do we trust machine advice? In G. Salvendy and M. J. Smith (Eds.), *Designing and using Human-computer interfaces and knowledge-based systems*, 410-419, Amsterdam: Elsevier.
- Leuthold, J. H. (1998). Is Computer-Based Learning Right for Everyone? Paper presented at the HICSS 98', Hawaii.

- Maltz, D. (1994). Distributing Information for Collaborative Filtering on Usenet Net News. (Technical Report MIT/LCS/TR-603).
- Maltz, D., & Ehrlich, K. (1995). Pointing the way: active collaborative filtering. Paper presented at the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 95', Denver.
- Maybury, M., D'Amore, R., & House, D. (2000). Automating the finding of experts. *Research Technology Management*, 43(6), 12-15.
- Mettee, D. R., & Smith, G. (1977). Social comparison and interpersonal attraction: The case for dissimilarity. In J. M. Suls & R. L. Miller (Eds.), *Social comparison processes: Theoretical and empirical perspectives*, 69-102. Washington, DC: Hemisphere.
- Miller, C. T. (1982). The role of performance-related similarity in social comparison of abilities: A test of the related attributes hypothesis. *Journal of Experimental Social Psychology*, 18, 513-523.
- Moon, Y., & Nass, C. (1998). Are computers scapegoats? Attributions of responsibility in human-computer interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 49, 79-94.
- Murphy, D. S., & Yetmar, S. A. (1996). Auditor evidence evaluation: expert systems as credible sources. *Behaviour and Information Technology*, 15(1), 14-23.
- Nass, C., & Moon, Y. (2000). Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues*, 60(1), 81-103.
- Oard, D. W., & Kim, J. (1998). Implicit Feedback for Recommender Systems. Paper presented at the AAAI Workshop on Recommender Systems, Madison, WI.
- Pennock, D., Horvitz, E., Lawrence, S., & Giles, L. (2000). Collaborative Filtering by Personality Diagnosis: A Hybrid Memory and Model-Based Approach. In the Proceedings of the 16th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, UAI 2000, San Francisco, 473-480.
- Pescovitz, D. (2000). Accounting for taste. *Scientific American*, June 2000.
- Rafaeli, S., Barak, M., Dan-Gur, Y. & Toch, E. (2003). Knowledge sharing and online assessment, *E-Society Proceedings of the 2003 IADIS conference IADIS e-Society 2003*, 257-266.
- Rafaeli, S., Barak, M., Dan-Gur, Y. and Toch, E. (2004). QSIA - A web-based environment for learning, assessing and knowledge sharing in communities, *Computers and Education*, 43(3), 273-289.
- Rafaeli, S., Dan-Gur, Y. & Barak, M. (2005). Finding friends among recommenders: Social and "Black-Box" recommender systems", *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, Special Issue on Knowledge Management Technologies for E-learning: Exploiting Knowledge Flows and Knowledge Networks for Learning, 3(2), 30-47.
- Rafaeli, S., & Raban, D. (2003). Experimental Investigation of the Subjective Value of Information in Trading, *Journal of the Association for Information Systems (JAIS)*, 4(5), 119-139. Available: <http://jais.isworld.org/contents.asp>.
- Resnick, P., & Varian, H. R. (1997). Recommender Systems. *Communications of the ACM*, 40(3), 56-58.

- Rokeach, M. (1968). *The nature of human values*. New York: Free Press.
- Shardanand, U., & Maes, P. (1995). *Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth"*. Paper presented at the ACM SIGCHI '95, Vancouver.
- Soboroff, I., Nichols, D., & Pazzani, M. (1999). *Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation*. Paper presented at the SIGIR 99'.
- Swearingen, K., & Sinha, R. (2001). *Beyond algorithms: an HCI perspective on recommender systems*. In ACM SIGIR 2001 Workshop on Recommender Systems, New Orleans, Louisiana.
- Terveen, L., & Hill, W. (2001). *Beyond Recommender Systems: Helping People Help Each Other*. In J. Carroll (Ed.), *HCI in The New Millennium*. Boston: Addison-Wesley.
- Todd, P., & Benbasat, I. (1994). *The Influence of Decision Aids on Choice Strategies: An Experimental Analysis of the Role of Cognitive Effort*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60(1), 36-74.
- Turing, A. M. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. *The Journal of the Mind Association*, LIX (236), 433-460.
- Wallach, M. A., Kogan, N., & Bem, D. B. (1964). *Diffusion of responsibility and level of risk taking in groups*. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 68, 263-274.
- Wang, W. & Benbasat, I. (2005). *Trust in and Adoption of Online Recommendation Agents*, *Journal of AIS*, 6(3), 72-101.
- Wicker, A. W. (1969). *Attitudes versus actions: The relation of verbal and overt behavioral responses to attitude objects*. *Journal of Social Issues*, 25, 41-78.
- Wyeth, E. R. & Watson, W. C. (1971). *The teacher in the educational hierarchy and the teacher and the curriculum*. In Oscar A. Oeser. (Ed.), *Teacher pupil and task: Elements of social psychology applied to education*, 17-29. London: Tavistock Publications.