<u>שקילות בין מודלים</u>

הגדרה: שני מודלים A, B שקולים חישובית, אם לכל פונקציה f ,
f ניתנת לחישוב במודל A אמ"מ f ניתנת לחישוב במודל B.

<u>דוגמה: אי שקילות.</u>

הראו שהמודל הבא אינו שקולים למודל הסטנדרטי:
המודל זהה למודל הרגיל פרט לפונקצית המעברים: $\delta:\left(Q\setminus F\times\Gamma\right)\to Q\times\Gamma\times\left\{R,S\right\}$
(המכונה לא יכולה להזיז את הראש שמאלה).

פתרון: נבדוק את הפונקציה הבאה:
האות האחרונה של $f\left(x\right)=x$.

במודל הסטנדרטי מסמנים איפה ההתחלה, הולכים ימינה עד לבלנק, זוכרים את האות שמשמאלו. חוזרים להתחלה וכותבים את האות והולכים צעד אחד ימינה.

נניח בשלילה ש f ניתנת לחישוב במודל החדש - לכן קיימת מ"ט M מהמודל החדש המחשבת אותה (ולא הולכת שמאלה).
נתבונן בריצת M על 001.
לפי ההנחה הפלט הוא 1.
נסתכל על ההבדל בין הריצה הנ"ל לבין הריצה על 000.
ברור שעד שהראש לא הגיע לתא השלישי, הריצה זהה לריצה על 001.
אם הראש לא יגיע לתא השלישי, הפלט יהיה 1 - שגוי.
אם הראש כן יגיע לתא השלישי, הפלט יהיה לפחות באורך שתי אותיות, כי לא ניתן לחזור שמאלה - שגוי.
לכן במודל החדש f לא ניתנת לחישוב, והיא כן ניתנת לחישוב במודל הרגיל, ולכן המודלים אינם שקולים.

<u>שיטת ההוכחה של שקילות:</u>

בהינתן מכונת טיורינג M ממודל A, נבנה מ"ט M' ממודל B המחשבת את אותה הפונקציה (ונבצע אותו הדבר בכיוון ההפוך).

<u>הערות:</u>

1. הבניה צריכה להיות כללית לכל מכונה M מהמודל. אסור להסתמך על תכונות ספציפיות (כמו למשל, מספר מצבי המכונה...)
2. בדרך כלל הבניה תממש סימולציה צעד-צעד.
3. קיימים מודלים חלשים יותר ממכונת טיורינג (למשל אוטומט סופי דטרמיניסטי) וקיימים מודלים חזקים יותר ממכונת טיורינג (למשל מכונה עם אינסוף מצבים).

<u>דוגמה לשקילות:</u>

מ"ט עם סרט אינסופי לשני הכיוונים.

$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	x	x	x	x	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$

1. הסרט אינסופי לשני הכיוונים.
2. תחילת החישוב - הראש מצביע על תחילת הקלט. משמאל ומימין לקלט יש $\not b$-ים.
3. הפלט - מה שמשמאל ממש לראש ועד ל $\not b$ הראשון (לא כולל את ה $\not b$).

$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	y	$\not b$	x	z	x	x	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$	$\not b$

למשל בציור לעיל, אם הראש מצביע על ה x האמצעי, אז הפלט הוא xz.

טענה: המודל הסטנדרטי והמודל האינסופי שקולים.
כיוון קל: נתונה מ"ט M במודל הרגיל. נבנה M' במודל החדש.

M' זהה ל M, כלומר אותה פונקצית מעברים, פרט לבעיות הבאות:
1. כשהראש של M מנסה ללכת שמאלה הוא נשאר במקום אם עמד על האות השמאלית ביותר. נרצה שגם הראש של M לא יחרוג שמאלה.
לכל מ"ט אפשר לבנות מכונה שלא מנסה ללכת שמאלה מעבר לתא הראשון (ת"ב 1).
2. במכונה הרגילה M יכול להופיע $\not b$ בפלט.
פתרון: נחליף את $\not b$ של M' במצב ההתחלתי ב $\not b'$.
כאשר M כותבת $\not b$, גם M' תכתוב $\not b$.
כאשר M' תקרא $\not b$ או $\not b'$, היא תתייחס אליהם כמו ש M מתייחסת ל $\not b$.

כיוון קשה: נתונה מ"ט M' במודל החדש. נבנה M במודל הרגיל.
פתרון:
נשים $\$_L$ אחד משמאל לקלט ו $\$_R$ אחד מימין לקלט.
אם הגענו לבלנק מימין במכונה החדשה, אז במכונה הרגילה הגענו ל $\$_R$. נכתוב במקומו בלנק נזיז את ה $\$_R$ צעד אחד ימינה ונחזור אל הבלנק.
אם הגענו לבלנק משמאל במכונה החדשה, אז במוכנה הרגילה הגענו ל $\$_L$. יש לבצע "שיפט ימינה".
נבצע שיפט עד ל $\$_R$ כולל אותו. במקום שהתפנה משמאל נרשום בלנק (מימין ל $\$_L$).

בסיום יש להעיף את כל הבלנקים שמשמאל לראש ואת ה $\$_L$.
נשים $\$_F$ בנקודה בה הראש עומד, ונתחיל לבצע שיפט שמאלה. אם ניתקל בבלנק, נחזור ימינה ל $\$_F$ ונבצע זאת שוב, עד שניתקל ב $\$_L$, ולבסוף נחזור ונתייצב על ה $\$_F$.