Пример обобщения концепции машины Тьюринга

Дипломник: Макаров А.А.

Научный руководитель: проф. Граничин О.Н.

СПбГУ, математико-механический факультет,
2005 год.

Актуальность темы

- 1936г. Тьюринг
  - МТ абстрактное вычислительное устройство для мат. модели описания алгоритмов
- 1936г. Черч
  - Любой процесс, который естественным образом мог бы быть назван процедурой, реализуем МТ. В этом смысле МТ считается эквивалентом любого ВУ
- 2005г. 40 лет закону Мура
  - Число транзисторов на одной интегральной микросхеме удваивается каждые 18 мес.
  - Через несколько лет размер элементарной ячейки компьютера составит 100-200 ангстрем
  - Новый вид носителей информации требует новых математических оснований

Существующие подходы

- Создание “СБИС” по все более высокоскоростной технологии

- Использование квантовых компьютеров для быстрого решения сложных задач с данными большой размерности

Классическая МТ

- МТ = $\langle S, X, Y, (s,x), (s_0, x_0), y, y_0, E, P\rangle$
- Программа $P:\ J \times X \to S \times Y \times X$ для пары $q = (\hat{s}, \hat{y}) \in J = S \times Y \setminus E$ однозначно задает $q' = (s', y') \in S \times (Y \cup \{L, R\})$
- Алгоритм работы: в любой момент времени $t \in \mathbb{N}_0$ если $(s_t, y_t(x_t)) \in E$ машина останавливается, иначе выбираем $q' = (s', y')$ и полагаем $s_{t+1} = s'$,

$$y_{t+1}(x_t) = \begin{cases} y', \text{ если } y' \notin \{L, R\}, \\ y_t(x_t) \text{ иначе}, \end{cases} \qquad x_{t+1} = \begin{cases} x_t - 1, \text{ если } y' = L, \\ x_t + 1, \text{ если } y' = R, \\ x_t \text{ иначе.} \end{cases}$$

Нестандартная МТ

- НМТ = $\langle S, X, Y, s, s_0, y, y_0, E, P, J, F \rangle$
- Структура НМТ расширена двумя компонентами:
  $J \subset Q$ - множество задания программы (где Q - множество всевозможных наборов $q = (s, y)$)
  т.е. $P : J \to Q$,причем $E \cap J = \emptyset$ и
  F - оператор эволюции состояний и памяти
- Алгоритм работы: в любой момент времени
  – если $q(t) \in E$, то машина останавливается;
  – если $q(t) \notin E \cup J$, то происходит “естественная” эволюция $q(t + \omega) = F(q(t))$
  – если $q(t) \in J$,то в работу машины вмешивается внешнее воздействие: $q(t + \Delta(q(t), P(q(t)))) = P(q(t))$

  Здесь $\Delta(q, q')$ – время необходимое для перевода состояния и памяти машины из q в q'.

Набор моделей

- Пусть $Y = \{\langle S, X, Y, s, s_0, y, y_0, E, J, P, F \rangle\}$ - это множество НМТ (набор моделей), т.е. каждая ячейка памяти представляет собой отдельное устройство
- Изменение состояния памяти может происходить непрерывно и параллельно во всех ячейках
- Такая система позволяет переосмыслить понятие “такт”, момент достижения определенного множества

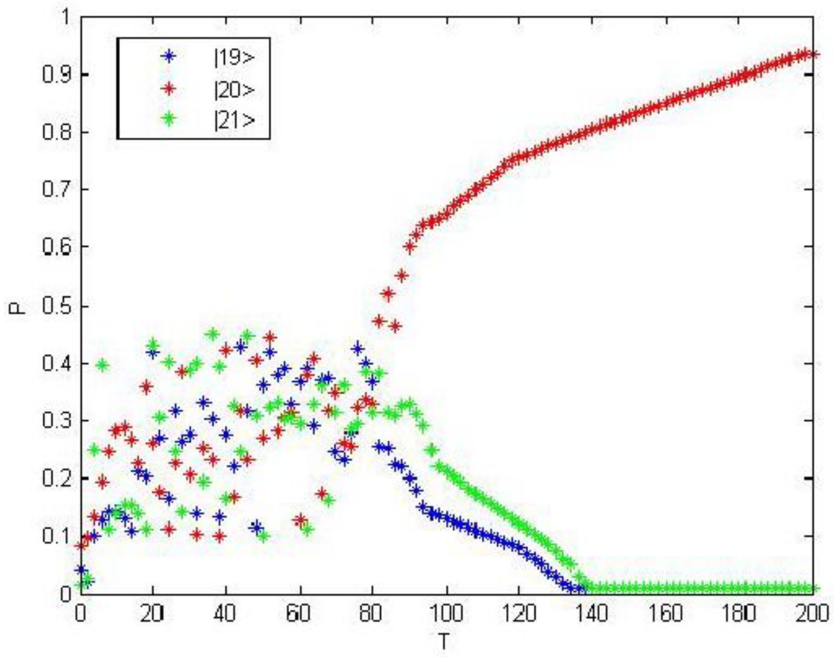
Алгоритм решения диофантова уравнения

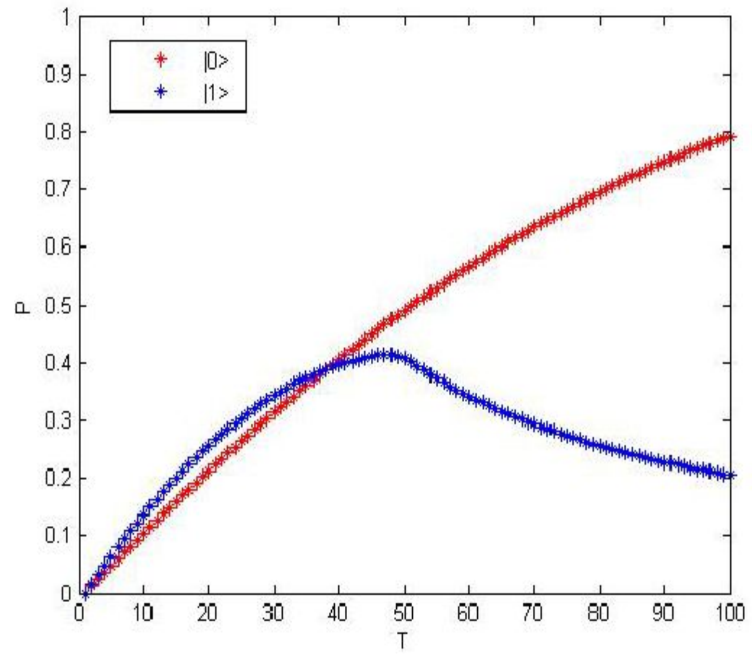
$$D(x_1, ..., x_k) = 0$$

$$(D(x_1, ..., x_k))^2$$

$$(D(x_1, ..., x_k))^2$$

Результаты моделирования





X-20=0

T=86

X+20=0

T=50

Заключение

- Рассмотренная модель вычислений позволяет описывать подавляющее большинство процессов, происходящих в реальном мире
- Работу различных вычислительных устройств (например, аналоговые компьютеры, биокомпьютеры, нейрокомпьютеры, квантовые компьютеры)
- Возникает задача создания языков и средств программирования, позволяющих описывать непрерывные процессы с переходами от одной вычислительной модели к другой