

Μετατροπές μεταξύ διαφορετικών διαμορφώσεων αριθμών κινητής υποδιαστολής

Μάθημα: Γλώσσες Περιγραφής Υλικού I (CST304 / 2010-2011)

Διδάσκων: Νικόλαος Καββαδίας

nkavn@uop.gr

21/04/2011

Αντικείμενο της εργασίας

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η περιγραφή σε Verilog HDL κυκλωμάτων για τη μετατροπή αριθμών κινητής υποδιαστολής από τον τύπο float (εύρους 32-bit) στον τύπο half (εύρους 16-bit) και αντίστροφα.

Ένας αριθμός κινητής υποδιαστολής χαρακτηρίζεται από τρεις ποσότητες:

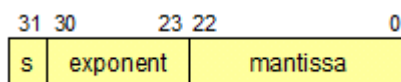
- το πρόσημο (sign ή s)
- τη βάση (mantissa ή m)
- τον εκθέτη (exponent ή e)

και δίνεται από τη γενική έκφραση

$$(-1)^{sign} \times 1.mantissa \times 2^{(exponent - bias)}$$

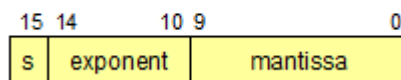
όπου bias είναι μία σταθερή πόλωσης η οποία ισούται με 127 για τον τύπο float και 15 για τον τύπο half. Οι αντίστοιχες δυαδικές κωδικοποιήσεις για τους δύο τύπους δίνονται στα Σχήματα 1 και 2.

Single floating-point format



Σχήμα 1: Δυαδική κωδικοποίηση του τύπου float

Half floating-point format



Σχήμα 2: Δυαδική κωδικοποίηση του τύπου half

Στην άσκηση δεν ενδιαφέρει η αναγνώριση ειδικών περιπτώσεων όπως των ποσοτήτων ∞ , $-\infty$ και αριθμών που δεν μπορούν να αναπαρασταθούν (NaN).

Ο κώδικας (ANSI C) του Σχήματος 3 περιγράφει τη μετατροπή half \rightarrow float και ο κώδικας του Σχήματος 4 τη μετατροπή float \rightarrow half. Τα αντίστοιχα κυκλώματα θα διαθέτουν μία είσοδο x, μία έξοδο y και μία ακόμη έξοδο valid η οποία γίνεται 1 όταν ολοκληρωθεί η μετατροπή. Για το κύκλωμα που αντιστοιχεί στο Σχήμα 3 η είσοδος x είναι 16-bit, και η έξοδος y είναι 32-bit. Το αντίθετο ισχύει για το κύκλωμα του Σχήματος 4.

```

float half_to_float(half h)
{
    unsigned int f0, f1, f2, f;
    if ((h & 0x7ffff) == 0)
        return 0;

    /* STATE 1 */
    f0 = (h & 0x8000) << 16; /* sign */
    /* STATE 2 */
    f1 = (h & 0x7ffff) << 13; /* exponent and mantissa */
    /* STATE 3 */
    f2 = (127 - 15) << 23; /* adjust exponent */
    /* STATE 4 */
    f = f0 + f1 + f2;
    return *(float*)&f;
}

```

Σχήμα 3: Κώδικας για τη μετατροπή half → float

```

half float_to_half(float f)
{
    unsigned int u = *(unsigned int*)&f;

    /* STATE 1 */
    int e = ((u >> 23) & 0xff) - 127 + 15; /* e */

    /* STATE 2 */
    int m = ((u >> 13) & 0x3fff) + ((u >> 12) & 1); /*m rounded h-up*/

    /* STATE 3 */
    if ((u & 0x1fff) == 0x1000)
        m &= 0x7fe; /* round to even */

    /* STATE 4 */
    if (m == 0x400)
    {
        m = 0;
        e++;
    } /* carry */

    /* STATE 5 */
    if (e <= 0)
    {
        return (u >> 16) & 0x8000;
    } /*underflow or zero */

    /* STATE 6 */
    if (e > 30)
    {
        return 0x7bff + ((u >> 16) & 0x8000);
    } /* overflow */

    /* STATE 7 */
    return ((u >> 16) & 0x8000) + (e << 10) + m;
}

```

Σχήμα 4: Κώδικας για τη μετατροπή float → half

Για τον κώδικα του Σχήματος 4 προτείνεται η υλοποίηση του με FSM με αριθμό καταστάσεων ίσο με 8 (οι 7

εικονιζόμενες καταστάσεις συν την αρχική ή ανενεργή κατάσταση). Αντίστοιχα το κύκλωμα του Σχήματος 3 μπορεί να υλοποιηθεί με 4 καταστάσεις. Για τον έλεγχο ορθής λειτουργίας και των δύο κυκλωμάτων να ελεγχθούν όλοι οι συνδυασμοί με $sign = 0$ ή 1 , $exponent = 1, 5, 15, 30$ και $mantissa = 0, 5, 10, 32, 128$ (συνολικά 400 περιπτώσεις για κάθε κύκλωμα). Από τα $sign, exponent, mantissa$ θα δημιουργείται κάθε φορά στο testbench το αντίστοιχο x με βάση τα Σχήματα 1 και 2.

Παράδοση και βαθμολόγηση της εργασίας

Στην εργασία του μαθήματος, ο φοιτητής καλείται

- να παραδώσει την περιγραφή του κυκλώματος που σχεδίασε σε Verilog HDL
- να αναπτύξει σε κείμενο την περιγραφή της λειτουργίας του κυκλώματος
- να παρουσιάσει αποτελέσματα (π.χ. κυματομορφές, αρχεία εισόδου/εξόδου) τα οποία να αποδεικνύουν τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος

Η εργασία παραδίδεται σε τυπωμένη μορφή (με το συνολικό κώδικα Verilog HDL) και υποβάλλεται σε ηλεκτρονική μορφή (PDF της εργασίας + αρχεία κώδικα) στο email του διδάσκοντα. Οι φοιτητές μπορούν να παραδώσουν τις εργασίες τους το αργότερο μέχρι και την ημέρα των εξετάσεων της περιόδου Ιουνίου-Ιουλίου 2011. Εργασία η οποία θα παραδοθεί μετά το πέρας αυτής της ημερομηνίας, δεν θα βαθμολογηθεί ώστε να ληφθεί υπόψη για τις εξετάσεις της περιόδου Ιουνίου-Ιουλίου.

Μια εργασία βαθμολογείται με άριστα το 10. Μη εμπρόθεσμη παράδοση εργασίας συνεπάγεται το βαθμό μηδέν (0).

Η εργασία του μαθήματος είναι υποχρεωτική.