

SCL キャリアモードメンバーシップ関数回路の基礎研究
Basic Research of Career Mode Membership Function Circuit by SCL

○秋本 拓也¹, 涌井 文雄², 泉 隆²

* Takuya Akimoto¹, Wakui Fumio², Takashi Izumi²

Abstract: This paper shows a new Career Mode Membership Function Circuit with the multi-layer, multi-valued and multi-threshold characteristic. The output grade sequence of this circuit could be re-expressed for the repeat of the input transition sequence respectively. Finally in this paper, the operation result of it has been shown by P-SPICE simulation.

1. まえがき

近年、車両などから玩具に至る広い領域の電子機械装置に対する制御技術では、線形のみならず、非線形情報処理に期待することが大きい。ここでの課題は、電子制御システムの高精度化に加えて、制御環境変化に伴う適応化や柔軟性などに優れたファジィ制御の開発が重要になる。筆者らは、同制御対象の入力値遷移特性を反映させたキャリアモードメンバーシップ関数を提案し、回路システムとその応用などを報告し、これらより消費電力や素子数などを大幅に削減してきた。同時に、大規模化による消費電力の増大に対処するため、省消費電力やトラクタビリティなどを向上させる必要があった。

本小文では、従来の関数を進化させた新しいキャリアモードメンバーシップ関数回路の実現に向けて検討を始めたので、その基本特性と基礎回路について報告する。

2. キャリアモードメンバーシップ関数

図 1 にしきい値制御に基づく低感度特性と超高感度特性を示す。同図(a)は非ファジィ入力領域の判定で、クロス領域を設定し、各領域を拡大させた低感度特性を示し、逆に同図(b)ではしきい値特性を逆転させた領域減少による超高感度特性を示している。

キャリアモードメンバーシップ関数本来の状態遷移特性例を図 2 で示す。同モードでは、非ファジィ入力の判定器出力が、同入力の増加時と減少時で異なる特性を実現している。従って、出力状態 K の遷移元は、増加時が F と N であり、減少時には D のみである。また、遷移先は、増加時に P となり、減少時に F となる。これより、入力の遷移系列に対して出力遷移系を多用に表現できる。例えば、地震予知などに応用した場合、微振動が続く場合、大地震発生の可能性が大きくなるなどの表現に有効であると考えられる。

次に現在回路実現可能な、入力遷移系列を限定した特性例を図 3 に示す。同図は始点、中間点、終点を必ず通り、始点と終点を同値とした伝達特性の一例である。従って、入力の遷移系列は始点を終点間のサイクリック特性を意味している。回路構成は、図 1 に示した低感度特性及び超高感度特性を有向枝に対応させて実現させている。

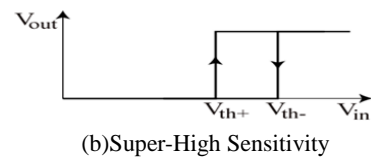
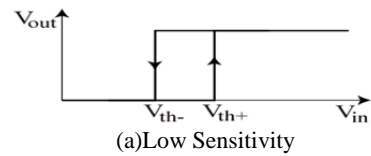


Figure1. Sensitivity characteristic

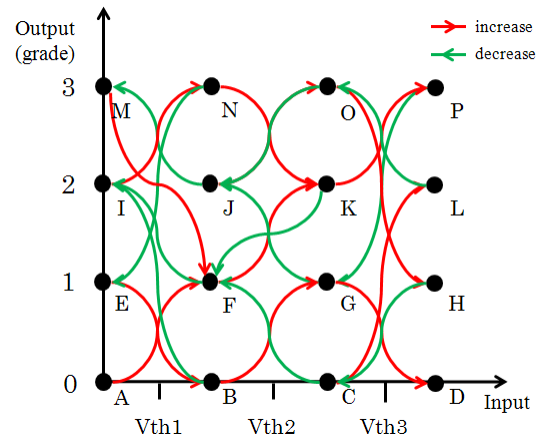


Figure2. An Example of Career Mode for Input Transition Sequence

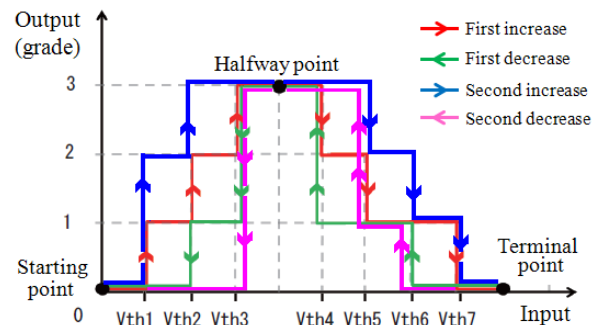


Figure3. A Characteristic of Career Mode to Input Transition Sequence

ここで、図 3 中の遷移特性は、色別にサイクリック順を示す。

2.1 SCL キャリアモードメンバーシップ関数回路

図 4 に低感度特性及び超高感度特性を出力する SCL キャリアモードメンバーシップ関数回路を示す。同回路はしきい値電圧切り替えに M_+ ・ M_- による電流路切り替えを用いて素子数を削減している。表 1 に V_{in} に対する各出力レベルと MOSFET の状態を示す。 V_{in} が 0[V]の時は $V_L=H$ であるので M_+ が ON、 M_- が OFF となり、 V_{in} 増加時の参照電圧は $V_{refL} = V_{th+}$ 、 $V_{refH} = V_{th-}$ となる。 V_{in} が V_{th+} よりも大きくなると $V_L=L$ となるので M_+ が OFF、 M_- が ON となり、 V_{in} の減少時の参照電圧は $V_{refL} = V_{th-}$ 、 $V_{refH} = V_{th+}$ となる。以上より V_L に低感度特性、 V_H に超高感度特性が出力され、CMOSPTT により一方を選択出力する。その出力された特性を電流に変換し、合成を行う。

2.2 出力合成回路

出力合成回路を図 5 に示す。この回路では、SCL 回路の動作に伴い ON 状態だった k 段目の n-MOS を OFF とし、OFF 状態だった k+1 段目の p-MOS を ON とすることで出力を k 段目のものから k+1 段目のものに切り替える。つまり、SCL 部の入力 V_{thk} の値でそれぞれの段での出力を制限する。これにより、キャリアモードメンバーシップ関数回路の出力切り替えを行い、同関数を出力する。

3. シミュレーション結果

以上の諸回路の動作を確認するため、P-SPICE によるシミュレーションを行った。図 6 に SCL キャリアモードメンバーシップ関数回路の入出力特性を示す。 V_{in} が $0 \rightarrow 5 \rightarrow 0 \rightarrow 5V$ と遷移したとき、異なる特性が出力できたことを示す。

4. まとめ

以上、キャリアモードメンバーシップ関数と回路実現に向けた基本特性を示した。今後の課題は、同関数回路の完成を目指して、新たな回路構造を開発する予定である。

参考文献

1. 中村隆行, 涌井文雄: 電圧モードファジイコントローラーの検討, 電気学会電子回路研究会資料 ECT-07-88 ~101, p43-47, 20
2. 小宮明, 涌井文雄: 電圧形キャリアモードメンバーシップ関数回路の検討, 日本大学理工学部学術講演文集 2010
3. 王川俊浩, 秋本拓也, 涌井文雄: 低消費電力シリーズゲートキャリアモードメンバーシップ回路, 日本大学理工学部学術講演論文集 2011

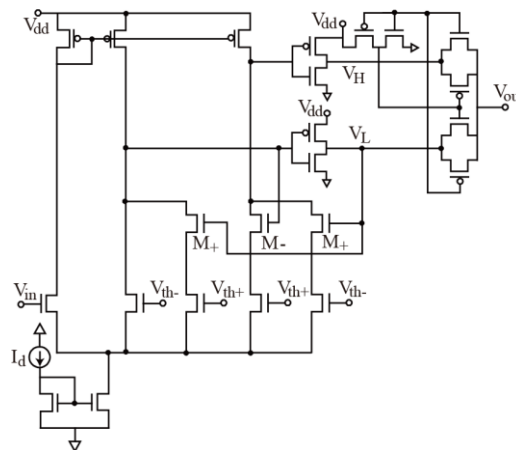


Figure.4 SCL detector for Career Mode Circuit

Table.1 Circuit State

	V_{in}	V_{refL}	V_{refH}	M_+	M_-	V_L	V_H
増加	0	V_{th+}	V_{th-}	ON	OFF	H	H
	$> V_{th-}$	V_{th+}	V_{th-}	ON	OFF	H	L
	$> V_{th+}$	V_{th-}	V_{th+}	OFF	ON	L	L
減少	$< V_{th+}$	V_{th-}	V_{th+}	OFF	ON	L	H
	$< V_{th-}$	V_{th+}	V_{th-}	ON	OFF	H	H

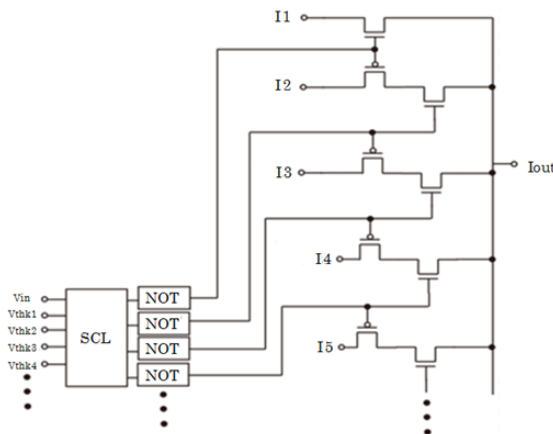


Figure5. Output synthesize Circuit

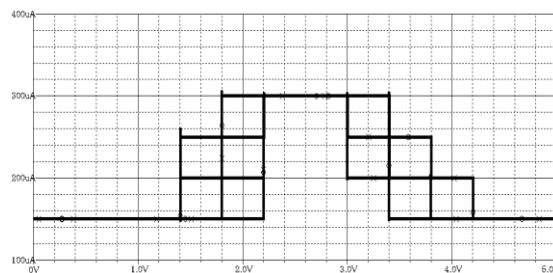


Figure6. Input and Output Characteristic