

シリーズゲート SCL による低消費電力キャリアモードメンバーシップ回路

Low Power Consumption Career Mode Membership Circuit by Series Gating SCL

○王川 俊浩³, 秋本 拓也², 涌井 文雄¹

Toshihiro Mikawa³, Takuya Akimoto², Fumio Wakui¹

Abstract: This paper shows a new career mode membership circuit which adopted the series gating SCL. There, by comparison with the conventional model, the power consumption was reduced sharply. Moreover, the operativity and tractability on the feature parameter of this circuit have been also improved.

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. しかし, 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, 消費電力に対して従来比で半分以下を実現するため SCL のシリーズゲーティング化を採用すると同時に, 自己保持回路の原理を用いたコンパクトな感度調整回路を実現したので, その結果を報告する.

2. シリーズゲート SCL キャリアモードメンバーシップ回路

図 1 に, 多値リテラル特性を有する, 代表的な三角型メンバーシップ関数を用いて, 入力 V_x の遷移に対する制御グレード V_μ に, 超高感度特性をセットしたキャリアモードメンバーシップ特性例を示す. 同例では, 6 個のしきい電圧で V_x に対する V_μ を判定しているが, V_{T1}^* と V_{T4}^* では, 単調増加時に V_{T1}^- を通過, 減少時には V_{T1}^+ を通過し, 超高感度制御されている. さらに, 感度制御では, 超高感度の他, 高感度, 低感度を外部制御している. 図 2 は, 外部入力 V_s で感度制御された感度調整回路部を中心に, シリーズゲート SCL と出力 V_μ の合成回路より構成されたシリーズゲート SCL キャリアモードメンバーシップ回路を示す. ここで V_μ は, マルチ基準電圧を用いた電圧群 ($V_{Op0} \sim V_{Op1}$) を選択している.

2.1 シリーズゲート SCL

シリーズゲートは必須項を 1 つの電流源で生成できる. さらに素子容量 C_{DC} の増大を抑制されるので, 低消費電力高速動作の観点から利用されている.

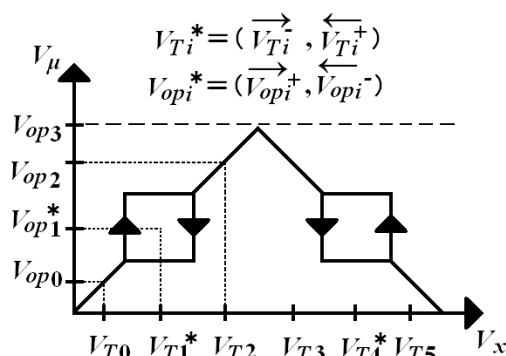


Figure 1. Triangular Type Career Mode Membership Function

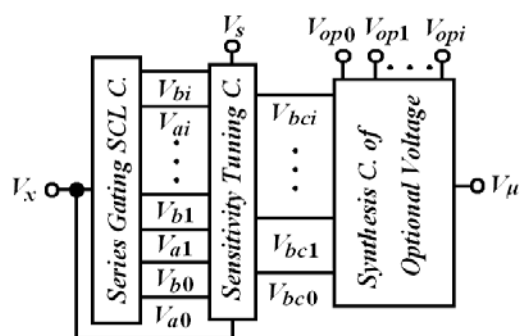


Figure 2. Series Gate Career Mode Membership Circuit

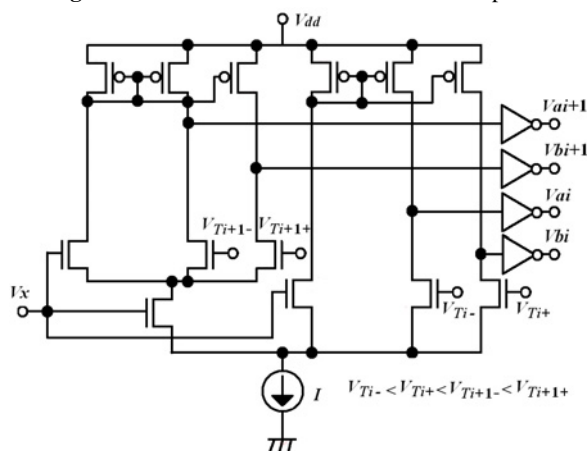


Figure 3. Series Gating SCL Circuit

1 : 日大理工・子情・教員 2 : 日大理工・院・子情 3 : 日大理工・子情

図3は単一入力 V_x に対して,しきい電圧 ($V_{Ti}^* \leq V_{Ti+1}^*$) を適用した2層SCLシリーズゲート回路を示す. ただし,同じしきい電圧は,図1のしきい値の制御範囲(しきい値制御量)を決める外部供給電圧である. V_x の電圧がゼロのとき,2層のSCL左側のドレイン電流はoff状態であり,しきい電圧供給側がon状態になる. これにより,右側のシンク電流が支配的になり,ドレイン電圧は低く,すべての判定出力 V_{ai}, V_{bi} は V_{dd} である. 次に V_x が単調に高くなると,下位層の低いしきい電圧から,順次切り替わる.

次にしきい電圧の多レベル化は,2層以上のシリーズゲートSCLの並列回路で対応する.

2.2 感度調整回路

しきい値制御では,感度切替(超高感度,高感度,並びに低感度)と制御量を設定する. 図4は自己保持回路であり,その真理値表を表1に示す. 以上より, a が真理値[0]で, b の真理値が[0]から[1]に遷移しても,出力 bc は[0]を保持する. ただし, a が[1]に変わった場合は,無条件に bc は[1]になる. その後, b が[1]であれば, a が[1]から[0]に戻っても, [1]が保持される. 以上,入力の増減に対応した(0,1)が出力されるので,低感度を示すことになる. 同回路を用いた図5の感度調整回路では,外部入力 V_S により, bc 保持値(0,1)を bc の反転値(1,0)に切り替えて,超高感度を実現している. さらに高感度へはシリーズゲート中で,しきい電圧の制御量調整を用いるか,または図6に示す高感度専用回路を用いる. ここで同専用回路では,回路規模を削減できることを示す.

2.3 出力電圧合成回路

シリーズゲート部での判定では,しきい電圧 V_{Ti} 以下で,真理値[1]を,また V_{Ti} を越えると真理値[0]に対応するので,図7の出力電圧合成回路では,感度調整後の隣接出力を用いて,被選択電圧 (V_{op0}, V_{op1}, \dots) でキャリアモードメンバーシップ関数出力を合成する.

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 S P I C E によるシミュレーションした. 図8は,シリーズゲートSCLの入出力特性を示し,しきい電圧設定に対して広い動作範囲を有することを示す.

4. あとがき

以上,シリーズゲートSCLを用いたキャリアモードメンバーシップ回路を示した. これにより,従来比で静的消費電力を大幅に削減できることを示した.

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の検討,電気学会電子回路研究会資料 ECT-07-88 ~101,p43-47,20

表 1 真理値表

a	b	bc
0	0	0
0	1	(0,1)
1	0	-
1	1	1

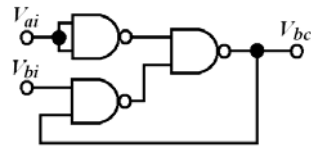


Figure4.Low Sensitivity Self-Holding Circuit

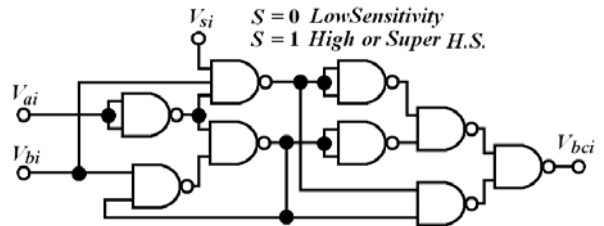


Figure5.Sensitivity Adjustment Circuit

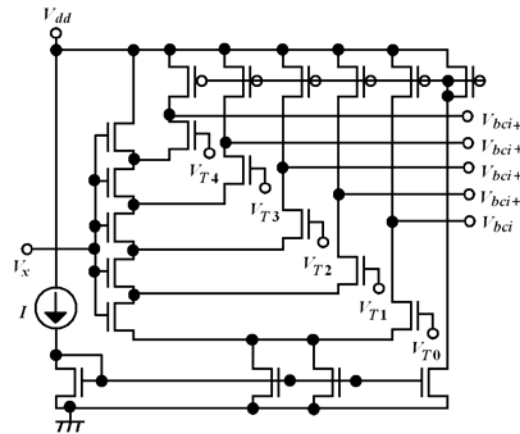


Figure6.General Circuit of High Sensitivity

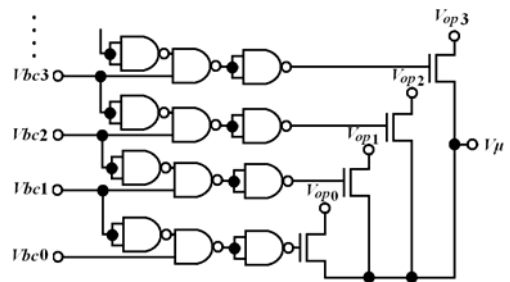


Figure7.Output Synthesis Circuit

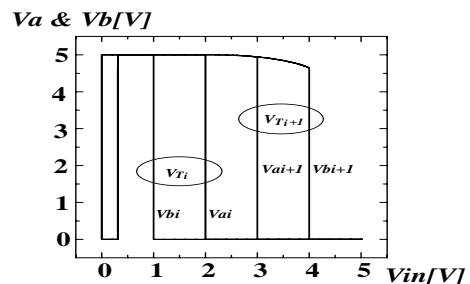


Figure8.Series Gating SCL Input and Output Properties